

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Удосконалення системи регулювання потужності
дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 в умовах станції технічного
обслуговування «Bosch Car Service»”**

Виконав: студент групи Ат-23СП
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)
Артур ЛИБИК
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

УДК 621.4.019

Либик Артур Русланович. Удосконалення системи регулювання потужності дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 в умовах станції технічного обслуговування «Bosch Car Service. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023. 77 с.

Табл. 10; рис. 24; бібліогр. джерел 24.

У роботі проаналізовано дизельні системи паливоподачі, які є досить складними й різняться принципом їх реалізації. Механічні системи володіють рядом недоліків, такими як знижена потужність, висока витрата палива, повільне регулювання паливоподачі порівняно з системами CommonRail.

Розраховано виробничу програму для СТО з врахуванням наявних робіт з ТО та ремонту, а також перспективних робіт для проектованої ділянки. Встановлено, що загальна трудомісткість робіт становить 37636,92 люд-год, тоді як для проектованої ділянки – 1806 люд-год. Площа проектованої ділянки становить 72 м², кількість працівників на ділянці обслуговування паливної апаратури – 2 працівника.

Для зниження споживання палива на холостих режимах запропоновано використовувати технологію регулювання потужності шляхом відключення окремих робочих циклів. Запропоновано та адаптовано перепускний клапан паливоподачі двигуна, підібрано його параметри, компоновання та місце встановлення.

З врахуванням вартості переоснащення ділянки економія від зниження собівартості 54283 грн, річний економічний ефект - 36403,86 грн.; термін окупності капітальних вкладень -3.1 роки.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1	
СТАН ПИТАННЯ ТА АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	
Аналіз виробничої діяльності та загальна характеристика СТО "ПАСАТ"	
Характеристика проектного виробничого підрозділу	
Особливості будови систем живлення дизельних двигунів.....	
Особливості будови паливних систем дизельних двигунів.....	
Особливості будови форсунок дизельних двигунів.....	
Висновки за розділом.....	
РОЗДІЛ 2.	
РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	
Розрахунок виробничої програми СТО «Пасат».....	
Розрахунок обсягу робіт з ТО і ремонту автомобілів	
Розрахунок обсягу робіт по міських автомобілях (без урахування потужності СТО).....	
Розрахунок об'єму робіт по транзитних автомобілях з прилеглих доріг.....	
Розрахунок дійсної кількості постів та уточнення об'єму й трудомісткості робіт.....	
Остаточний розподіл обсягу робіт на постові і поза постові.....	
Розподіл обсягу робіт.....	
Розрахунок обсягу допоміжних робіт.....	
Розрахунок обсягу робіт із самообслуговування.....	
Визначення трудомісткості робіт в проектованому підрозділі.....	
Розрахунок необхідної кількості працівників.....	
Організація і технологія виконання робіт в проектовану підрозділі...	
Розрахунок площі підрозділу.....	
Висновки за розділом.....	
РОЗДІЛ 3.	
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	
Будова системи живлення двигуна ЯМЗ – 238ДЕ2.....	
Основні несправності паливної системи живлення двигуна ЯМЗ-238ДЕ2.....	
Алгоритм технічного обслуговування системи живлення дизеля.....	

Обґрунтування способу регулювання потужності дизельного двигуна з механічним рядними ПНВТ.....	
Висновки за розділом.....	
РОЗДІЛ 4.	
ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
Організація охорони праці.....	
Техніка безпеки під час ТО та ремонту автомобілів.....	
Вимоги техніки безпеки до інструментів, пристроїв і основному технологічному устаткуванню.....	
Заходи техніки безпеки під час проведення ТО та діагностування системи живлення в проектованому підрозділі.....	
Розрахунок освітлення.....	
Висновки за розділом.....	
РОЗДІЛ 5.	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
Економічне обґрунтування переоснащення дільниці ремонту паливної апаратури	
Визначення фондоозброєності працівників	
Визначення річної економії на експлуатаційних витратах від зниження собівартості обслуговування.....	
Розрахунок строку окупності капітальних вкладень.....	
Висновки за розділом.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

ВСТУП

Якщо взяти до уваги, що кількість автомобілів на даний момент в Україні перевищує вісім мільйонів і продовжує постійно зростати і знаючи той факт, що цей показник для розвинутих європейських країн складає приблизно 50 автомобілів на сто громадян, загальна кількість автомобілів в Україні в недалекому майбутньому повинна зрости як найменше на 20 % .

На сьогодні переважна кількість станцій технічного обслуговування, які працюють в Україні, ще не надають послуги високої або навіть достатньої якості, яка могла б задовольнити споживачів, і досягти європейського рівня. Якість виконання технічного обслуговування та ремонтів автомобілів ще не завжди відповідає вимогам. Для поліпшення ситуації, звичайно, керівництво підприємств започатковує окремі дії або комплекси дій. Всі ці заходи можна розглядати як проекти, завданням яких є досягнення певної мети - підвищення якості та ефективності роботи підприємства. Такі заходи мають одночасно торкатись багатьох сторін роботи підприємства, тобто мати комплексний характер. Комплексним проектом може бути внесення різних видів змін в організацію підприємства, спрямованих на зміну складу організації, її структури, дій учасників, цільових функцій, інформованості, порядку функціонування. Це може бути впровадження в підприємстві системи управління якістю (СУЯ) у відповідності до вимог стандартів ДСТУ ISO 9000-9004, системи управління бізнес-процесами, реінжиніринг всього підприємства, або окремих його складових [1-4], [23].

Проекти створення або реінжинірингу СТО розглядають насамперед як інвестиційні проекти, в яких виділяють дві важливі частини - технологічну та економічну. В технологічній частині розраховують виробничу програму підприємства, визначаються та оптимізуються параметри виробничо-технічної бази, яка потрібна для зберігання та підтримки в справному стані наявної кількості автомобілів за певних умов їхньої експлуатації, розглядають заходи з охорони праці та навколишнього середовища, наводять методологію впровадження систем управління

якістю, яка включає розробку та застосування графічних і математичних моделей виробничих процесів, описують використання стохастичних методів та моделей для оптимізаційних розрахунків.

Кінцевим результатом технологічного проектування СТО мають бути оптимізовані за економічними критеріями значення параметрів інфраструктури підприємства, його організаційна структура, структура системи управління, на основі яких у разі потреби можуть бути виконані генеральний план та об'ємно-планувальні рішення підприємства, які забезпечать зберігання автомобілів та виконання всіх технологічних процесів з їхньої підтримки в справному стані з найбільшою ефективністю.

Роботи з системи живлення, на сьогоднішній час, займають значний об'єм робіт в ТО і ПР автомобіля. Складність робіт, а також різні варіації будови механізмів двигуна призводить до ще більшого ускладнення обслуговування і ремонту у дільниці з ремонту системи живлення. Беручи до уваги вище названі причини, потрібно під час проектування розвитку даного підрозділу звернути особливу увагу на розрахунки і описи, використовувати лише сучасну інформацію з достовірних джерел [12], [21].

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ ТА АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1 Аналіз виробничої діяльності та загальна характеристика СТО "ПАСАТ"

СТО "ПАСАТ" на ринку ремонту та реалізації автозапчастин працює більше 15 років. Повна назва підприємство Bosch Car Service "ПАСАТ", яке розташоване за адресою Львівській області м. Стрий вул. Кравецька, 2/4.

СТО «Пасат» займає площу у 3000 кв. м. і має у своєму розпорядженні понад 30 ремонтних постів. Підприємство є власником найбільшого складу запчастин (нових та використаних) у м. Стрий, зокрема має великий вибір кузовних деталей та глушників для легкових автомобілів (рис. 1.1).

Основне завдання - надання широкого спектру сервісних послуг та повне задоволення потреб клієнтів, тому тут готові до постійних змін і розвитку.

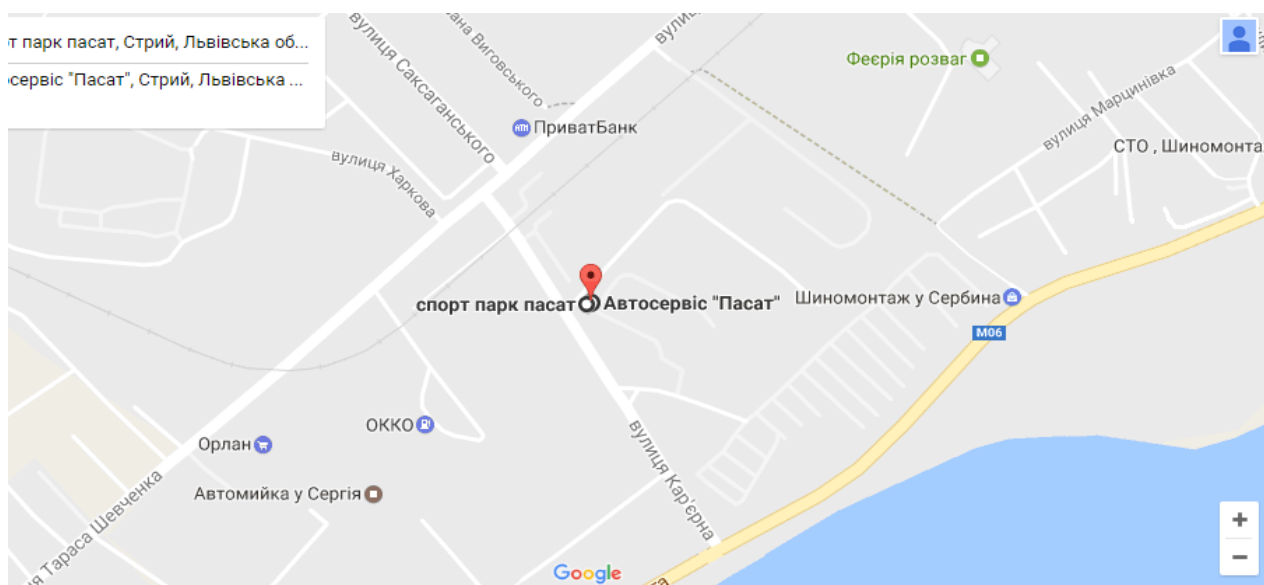


Рисунок 1.1 – Розміщення СТО «Пасат»

СТО "ПАСАТ" пропонує послуги по ремонту та технічному обслуговуванні автомобілів для фізичних та юридичних осіб. СТО укомплектоване всім необхідним обладнанням, на якому працюють кваліфіковані спеціалісти, що гарантують якісний та швидкий ремонт автомобіля будь-якої складності.

Масштаб підприємства є таким, що дозволяє постійно розвиватись та розширювати спектр послуг. Розуміючи складність конструкції сучасних автомобілів та їх обслуговування, для ремонту автомобілів необхідно проводити значну кількість супутніх робіт з діагностування, підбору, пошуку та доставки запасних частин. Підприємство докладает максимум зусиль для підвищення рівня сервісу, а також пропонує своїм замовникам супутні послуги, такі як: послуги евакуатора "LIEBHERR-902" та вантажного автомобіля з маніпулятором "MAN". Крім того підприємство надає:

- послуги страхування (повне КАСКО та «автоцивілка»);
- послуги сертифікації та технічного огляду комерційних автомобілів.

На території станції технічного обслуговування автомобілів розташовано:

- 1) Магазин-склад з продажу автозапчастин (ліцензійних і оригінальних), трансмісійних та моторних оливо та ін., акумуляторних батарей, шин, інструмент, авто - косметика, аксесуари та ін..
- 2) Станція технічного обслуговування автомобілів "ПАСАТ";
- 3) Авто мийка;
- 4) Їдальня;
- 5) Ігрова зона для дітей та відпочинку;
- 6) Автозлом.

На даному підприємстві цінують кожного клієнта і щодня готові докладати максимум зусиль, щоб зробити співпрацю як з постійними, так і з новими клієнтами постійною, та щоб саме клієнти отримували абсолютне задоволення від рівня та якості обслуговування автомобілів на станції технічного обслуговування та магазині [12].

Менеджери СТО постійно працюють у напрямку заохочувальних знижок, акцій і програм лояльності для клієнтів. Також на підприємстві діє дисконтна програма знижок:

1. при купівлі автозапчастин та проведенні ремонту авто на сумму понад 2000 гривень, клієнт отримує картку постійного клієнта зі знижкою 5% для подальшого обслуговування на автосервісі;

2. при купівлі автозапчастин та проведенні ремонту авто на суму понад 5000 гривень, клієнт отримує картку постійного клієнта зі знижкою 10% для подальшого обслуговування на автосервісі.

Робота сервісу постійно змінюється відповідно до запиту й кон'юнктури ринку, у модернізації автосервісу та мережі магазинів, вивчається передовий досвід й технічні особливості обслуговування автомобілів. Вагомим аспектом розвитку є побажання та інтереси клієнтів, які з часом були втілені в технологічні процеси, організацію роботи, спеціалізованого обладнання і асортимент наданих послуг. Загальногосподарська діяльність СТО «Пасат» подана на рисунку 1.2.





Рисунок 1.2 – Основні види послуг СТО «Пасат»

На автосервісі можна придбати запасні частини для іномарок та автомобілів вітчизняного виробництва. В магазині автосервісу знаходиться великий асортимент автозапчастин, підбір яких здійснює професійний персонал, тому в клієнтів є досить широкий вибір, зникає можливість хибного замовлення запчастин, порівняння по місцю поломки, можливість обміну повернення, затрат часу тощо.

Партнерами у виробничій діяльності СТО "ПАСАТ" є найбільші постачальники запасних частин, обладнання, технічних рідин й матеріалів:

- fota;
- intercars;
- omega auto;
- ELIT;
- ASG;
- exist;
- автотехнікс;

- градієнт;
- автолідер.

СТО «Пасат» працює 357 днів на рік в 1 зміну роботи підрозділів. Тривалість зміни 8 годин. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів на СТОА здійснюється відповідно до «Положення про технічне обслуговування і ремонт легкових автомобілів, які належать громадянам».

Якщо при прийманні автомобіля на СТОА в процесі перевірки технічного стану виявляються несправності, які загрожують безпеці руху, тоді вони підлягають усуненню на СТОА за погодженням з власником автомобіля (не залежить від попередньої заявки). У випадку неможливості виконання цих робіт (за технічними причинами, або при відмові власника) працівники СТОА зобов'язані попередити власника про неможливість подальшої експлуатації автомобіля.

При оформленні замовлення на технічне обслуговування за бажанням власника автомобіля на СТОА виконується неповний об'єм робіт. В зв'язку з тим, що автомобілі, які поступають на СТОА, вимагають проведення різних за найменуванням і об'ємом робіт з ТО і ПР, організація виробництва повинна забезпечувати виконання будь-якого їх сполучення, тобто мати достатню гнучкість у технології проведення технічного обслуговування і поточного ремонту. Дана вимога задовольняється при виконанні робіт з ТО і ремонту на тупикових універсальних постах. Автомобілі, які надходять на СТОА для виконання робіт по ТО і ремонту підлягають прибиральним і мийним роботам.

Після цього автомобіль направляють на відповідний пост, в залежності від характеру несправності. При цьому роботи по технічному обслуговуванню виконуються після виконання робіт з поточного ремонту.

У випадку зайнятості робочих постів автомобіль поступає в зону очікування, а звідти по мірі звільнення постів направляється на ту чи іншу дільницю.

Автомобіль, який надійшов на СТОА для проведення робіт з ТО-1, або ТО-2 проходять наступні операції: мийні, кріпильні, діагностичні, мастильні,

регулювальні. В залежності від видів робіт, які необхідно виконати, технічне обслуговування виконується на рівні поста.

У СТО «Пасат» надаються повний комплекс професійних послуг по ремонту автомобіля:

- Ремонт двигунів легкових та комерційних автомобілів;
- Ремонт КПП та АКПП;
- Комп'ютерна діагностика різних типів електричних та електронних систем управління автомобілів з використанням обладнання: BOSCH-KTS, LAUNCH, дилерські сканери: PSA-групи, Renault-Nissan, GM, WV -групи, Mercedes та інших; та автомобілі вітчизняного виробництва;
- Ремонт систем та форсунок с-ми CR;
- Ремонт і реставрація турбін, паливних насосів, паливної апаратури легкових та вантажних автомобілів;
- Перевірка і регулювання світла фар;
- Обслуговування та ремонт кліматичних систем;
- Ремонт рульових рейок, карданних валів з г/п та е/п, балансування коліс, вулканізація;
- Зварювальні, токарні та фрезерні роботи.

Підприємство надає послуги механічних робіт на станції - це ремонт, відновлення різноманітних вузлів та агрегатів, проточування дисків, фарбування, плазмова зварка, пайка трубок радіаторів з різних матеріалів та зварювання аргоном.

Для виконання вищезазначених операцій СТО «Пасат» надає послуги продажі автозапчастин до вантажних автомобілів, причепів, напівпричепів, спеціалізованих автомобілів та спецтехніки.

1.2 Характеристика проектового виробничого підрозділу

Паливне відділення призначене для виконання поточного ремонту паливної апаратури дизельних двигунів, де найбільше операцій пов'язано з

розбиранням збиранням і заміною зношених, непридатних деталей дизельної апаратури. Основні роботи, які виконуються в цьому відділенні, включають ремонт форсунок, ПНВТ, паливопроводів, фільтрів. Відділення знаходиться в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту.

Загальне обладнання відділення знаходиться в справному стані, хоча деякі прилади та контрольно-вимірювальні стенди застарілі і не можуть задовольнити вимоги технічного обслуговування паливних систем сучасних автомобілів. Дільниця діагностики та ТО системи живлення завантажена на повну потужність [6], [10].

Стан техніки безпеки і протипожежної безпеки є на високому рівні і регулярно проводиться інструктаж щодо техніки безпеки на робочих місцях. Однак, для виконання повного обсягу робіт потрібно залучити більш сучасне діагностичне обладнання, яке зможе забезпечити високий рівень діагностики технічного стану сучасних паливних систем іноземних автомобілів.

Алгоритм роботи дільниці з ремонту дизельної паливної апаратури найчастіше включає наступні операції:

Діагностика - проводиться для визначення причини несправностей, з використанням спеціалізованого діагностичного обладнання та приладів.

Після виявлення проблеми проводиться розбирання паливної апаратури, деталі розбираються згідно з технічним регламентом виробника та інструкціями безпеки та екологічних норм.

Далі проводять огляд та оцінку усіх розібраних деталей для визначення ступеня зносу та несправностей. Оцінюється, які деталі потребують заміни або ремонту. Замінюються зношені або пошкоджені деталі - це може включати заміну ущільнюючих кілець, пружин, тощо.

Після заміни та ремонту всіх несправних деталей проводиться збирання паливної апаратури відповідно до вимог виробника та з врахуванням правильної послідовності складання.

На рисунку 1.3 зображена схема технологічного процесу робіт у паливному відділенні.



Рисунок 1.3 - Схема технологічного процесу робіт у паливній дільниці

Після збирання проводиться налаштування паливної апаратури. Це включає регулювання параметрів, таких як тиск палива, кількість подачі палива тощо, з метою забезпечення оптимальної роботи двигуна [14], [15].

Після завершення ремонту заповнюється сервісна документація, в якій фіксуються проведені роботи, замінені деталі, налаштування та результати випробувань.

1.3 Особливості будови систем живлення дизельних двигунів

На перший погляд, дизельний двигун схожий на бензиновий двигун і деякі виробники забезпечують уніфіковану конструкцію блока для компресійного запалювання (CI) та іскрового запалювання (SI). Але є важливі відмінності між двигунами CI та SI, які відрізняються не лише способом займання палива. Наприклад ступінь стиснення як мінімум, для холодного запуску дизельного двигуна має становити приблизно 16:1. При чому високий ступінь стиску забезпечує максимальну теплову ефективність двигуна (рис. 1.4)

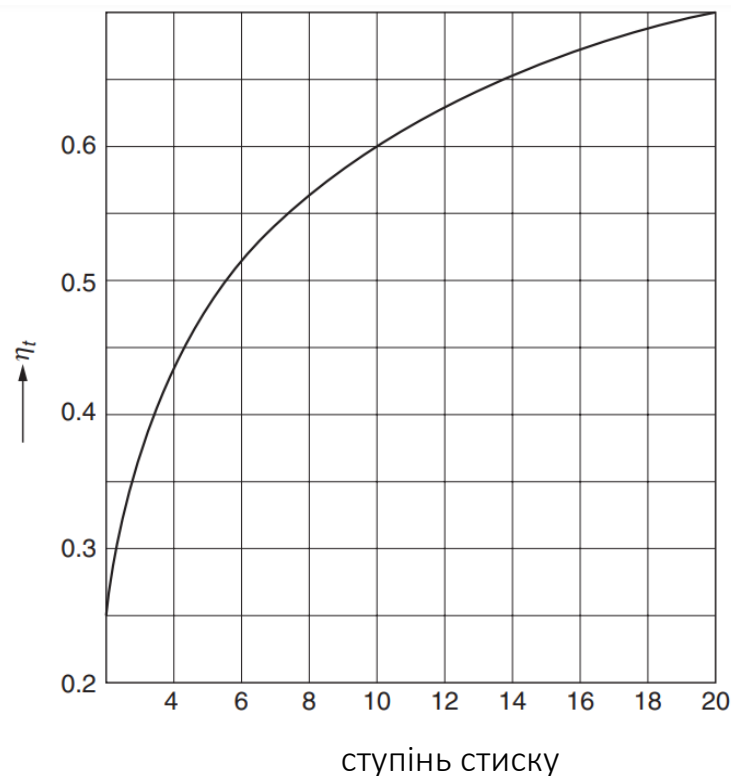


Рисунок 1.4 - Залежність теплової потужності дизельного двигуна від ступеня стиску

Високопродуктивні дизелі, такі як використовуються в європейських автомобілях, розвивають максимальну потужність приблизно при 5000 об/хв. аналогічні автомобільні бензинові двигуни можуть обертатися майже вдвічі швидше. Але, завдяки високому ефективному середньому індикаторному тиску, дизелі мають перевагу у крутному моменті. Високі показники ступеня стиску (точніше, великі коефіцієнти розширення) дають дизельним двигунам вищу теплову ефективність, вони досягають на 40% і більше теплової ефективності. Відмінна термічна ефективність та об'ємна ефективність, яку забезпечує недросельний впускний колектор і здатність рециркулювати деяку кількість вихлопного тепла за допомогою турбонаддуву сприяють значній економії палива [5].

1.3.1 Особливості будови паливних систем дизельних двигунів

Найбільш технологічно складною є система паливоподачі дизеля, тому більшість несправностей стосується саме паливної системи. Ця система складається з трьох контурів кожен, з яких працює при іншому тиску.

Контур низького тиску - включає в себе сітчастий фільтр бака, насос низького тиску (знаходиться у внутрішній частині баку), водо-паливний сепаратор, фільтри і підкачувальний насос. Тиск в даному контурі буває різний та маже ніколи не перевищує 0,5 МПа.

Контур зворотної подачі палива, працюючи при майже нульовому тиску, передає надлишок палива з форсунок назад у бак, у фільтр або на вхід о насоса. Багато з цих систем містять обмежувальний калібрований отвір чи клапан (регулятор тиску) між лінією подачі палива і зворотнім контуром.

Контур високого тиску з'єднує нагнітальний бік інжекторного насоса з форсунками. Для багатьох систем вона реалізується з'єднувальним паливопроводами та має форму виділених ліній від насоса до окремих форсунок. Більш сучасні можуть жити форсунки від загального колектора

або рампи. Третя альтернатива позбавляє зовнішнього контуру високого тиску завдяки використанню блоку насос-форсунок.

Із великої кількості, розроблених виробниками систем живлення найбільшого поширення набули 4 основні технології паливоподачі дизельних двигунів, вони передбачають використання:

- рядний ПНВТ;
- ПНВТ розподільчого типу;
- насос-форсунок.
- система Common Rail

Рядний ПНВТ найбільш проста механічна система, в якій використовуються плунжерна пара, створюючи тиск та стискаючи паливо до необхідних показників. Як тільки досягається відповідний тиск, відкривається спеціальний клапан, що подає паливо на форсунку, яка впорскує його в циліндр (рис. 1.5).

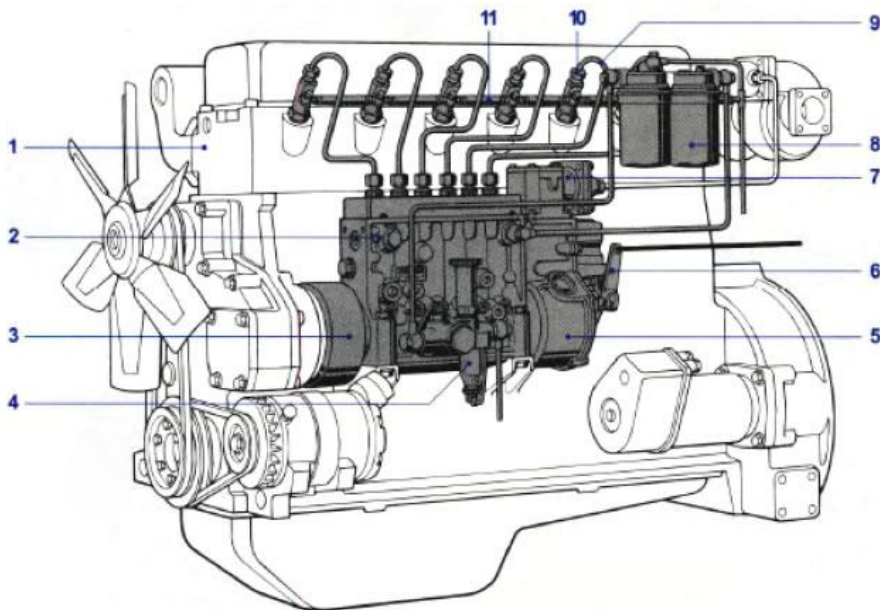


Рисунок 1.5 - Рядні ПНВТ живлення дизеля

Рядні помпи мають кулачковий вал з'єднується з шестернями ГРМ двигуна або через муфту випередження впорскування. Над кожним кулачком знаходиться штовхач та плунжер, а гільза плунжера є напрямною, в якій плунжер здійснює зворотно-поступальний рух й нагнітання палива.

Поєднання втулки та плунжера утворює насосний елемент, або плунжерну пару. Величина циклової подачі палива змінюється переміщенням рейки, повертає сам плунжер з гвинтовою канавкою (рис. 1.6). Завдяки цьому може змінюватись момент початку та кінця нагнітання, тобто величина циклової подачі [1], [10], [19].

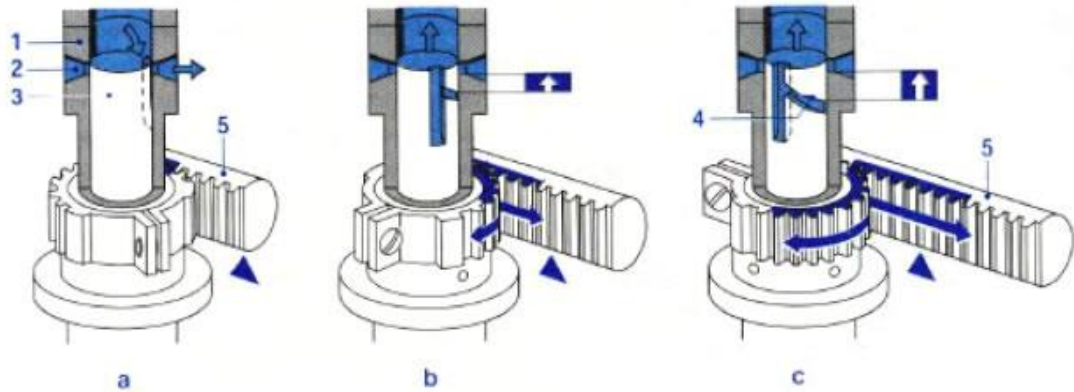


Рисунок 1.6 – Регулювання циклової подача рядного ПНВТ дизеля

У крайньому положенні, що відповідає нульовій подачі (а), нагнітання палива не відбувається й двигун зупиняється. Середня подача (b) плунжер встановлюється у проміжне положення, а повна подача (c) відбувається за умови встановлення максимального ходу плунжера.

Дана система застосовується на сільськогосподарській, вантажній та спеціальній техніці з дизельними двигунами, що відповідає екологічними стандартами нижче Євро 2.

Розподільні паливні насоси високого тиску (рис. 1.7), мають лише один або пару плунжерів, які здійснюють паливоподачу у контур високого тиску для усіх циліндрів. Вони менші за масою та габаритами, тому їх використовують найчастіше на двигунах легкових автомобілів.

Привід плунжера можуть здійснюватися від торцевих кулачків (Bosch VE), внутрішніх кулачків привід (Bosch VR, Lucas DPS), або зовнішніх кулачків.

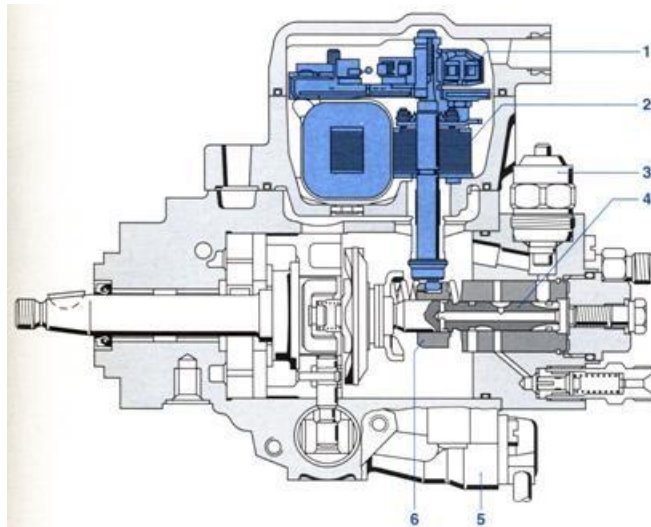


Рисунок 1.7 – Розподільний насос ПНВТ дизеля

Перевагою систем подачі палива із розподільчим ПНВТ це невеликі габарити та компактність насоса. Однак є ряд недоліків, серед яких складність конструкції, ремонту, налаштування та адаптація до застосування схем електронного керування для автоматичного коригування роботи.

Наступним поколінням є система подачі палива з використанням насос-форсунок. Дана технологія не потребує використання ПНВТ, тоді як форсунка містить насосну секцію, виконану в єдиному корпусі (рис. 1.8).

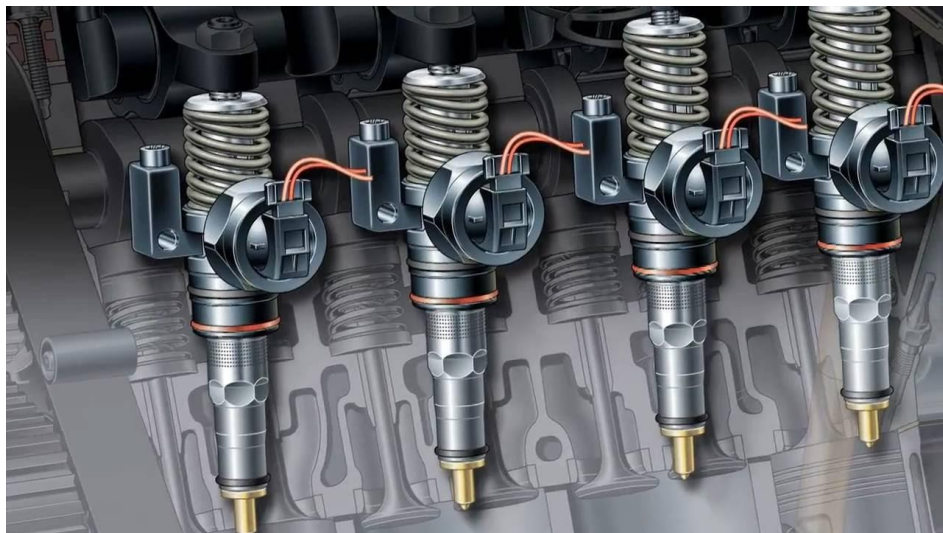


Рисунок 1.8 – Система паливоподачі з насос-форсунками

У даній системі досить легко регулюється паливоподача у відповідний циліндр двигуна. Іншим позитивним моментом є те, що можлива поломка лише однієї насос-форсунки, тоді як решта продовжує далі працювати, що

дозволяє експлуатувати автомобіль. У випадку поломки ПНВТ система виходить з ладу в цілому. Привід насос-форсунки отримують від розподільчого вала ГРМ головки блоку циліндрів [1], [10], [19].

До недоліків даної системи можна віднести високу вартість насос-форсунок, також відмічається їх висока чутливість до якості дизельного палива. Така система паливоподачі широко використовується як у вантажних, так і легкових автомобілях.

Система Common-Rail – це система впорскування палива останнього покоління, яку використовують середньооборотистих дизельних двигунах. Робота системи Common Rail зводиться до подача потрібної кількості палива під дуже високим тиском до циліндра в потрібний момент часу. Початкова точка, тиск, тривалість упорскуванням легше керується ніж у попередніх системах впорскування палива. Тому паливоподачу можна оптимізувати для будь-якого навантаження та робочої швидкості обертання двигуна.

Система Common Rail (рис. 1.9) зараз активно впроваджується у сільськогосподарській техніці, важких комерційних автомобілях через постійно зростаючі стандарти скорочення шкідливих викидів.

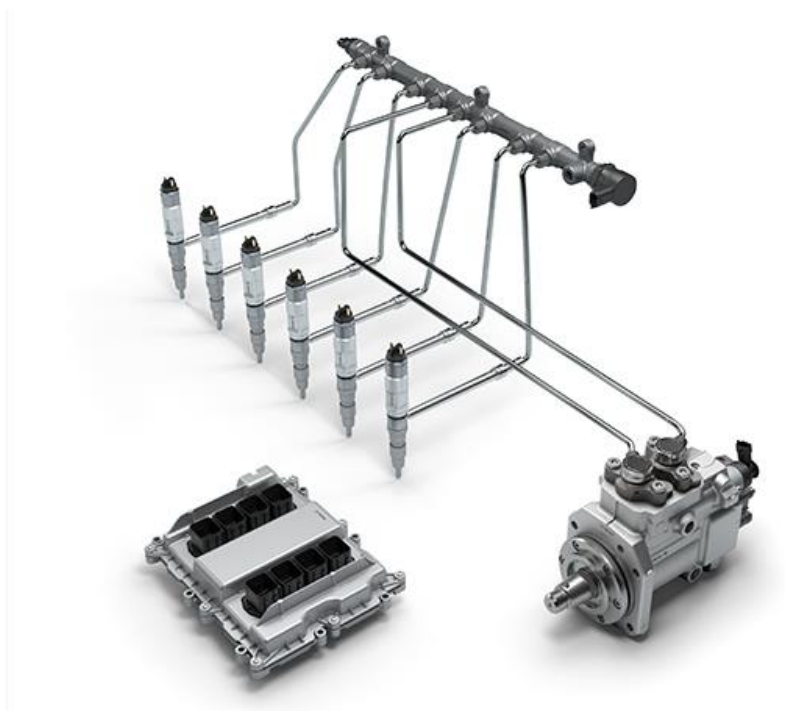


Рисунок 1.9 – Система паливоподачі Common Rail

Система Common Rail включає багато електронних компонентів, які повністю автоматизують систему управління паливоподачею. Блок управління двигуном регулює і контролює параметри впорскування палива в залежності від робочого режиму двигуна. Блок керування двигуном зчитує дані датчиків, наприклад, положення колінчастого вала, температури двигуна, навантаження, тиску наддувного повітря, температури впускного повітря, і на основі цього вибирає правильні параметри впорскування палива з попередньо визначених карт.

У системі Common Rail насос високого тиску постійно створює тиск до 220 МПа у паливній рампі та паливних форсунках. Чим вищий тиск уприскування, тим менший розмір крапель паливної емульсії, що означає кращу суміш і повніше згоряння в циліндрах.

Системи Common Rail для середньошвидкісних дизельних двигунів зазвичай працюють на світлих сортах дизельного палива, її використання сприяє зниженню споживання палива та шкідливих викидів.

1.3.2 Особливості будови форсунок дизельних двигунів

Форсунки забезпечують безпосередню подачу палива в камери згоряння циліндрів двигуна та його рівномірне розпилення по об'єму палива. Розпорошення палива відбувається через спеціальні сопла (розпилювач форсунок). Сопла формують строго заданий паливний факел, внаслідок чого паливо та повітря змішуються ефективніше, а суміш згоряє краще.

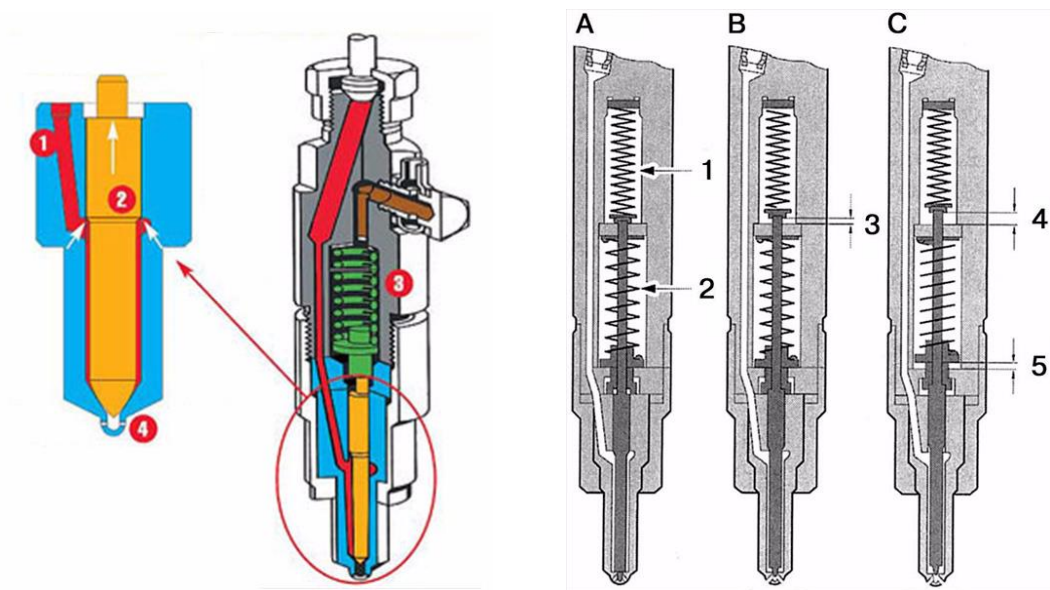
Виділяють кілька типів дизельних форсунок, залежно від принципу їх роботи системи та особливостей конструкції:

- механічні;
- електромагнітні;
- п'єзоелектричні;
- насос-форсунки;

Механічна форсунка - найпростіша та надійна конструкція, яка тривалий час застосовувалась в автомобілебудуванні Принцип роботи

механічної форсунки полягає у керуванні паливоподачею за допомогою пікових значень тиску, які створює ПНВТ. Клапан форсунки відкривається, тільки після досягнення необхідного значення тиску [1], [6].

У корпусі форсунки розміщується соплом та голка. В опущеному стані голка закриває доступ палива до сопла. Як тільки тиск піднімається голка піднімається, паливо надходить на розпилювач для подальшого упрскування. Один з різновидів – форсунки з двома пружинами, які дали можливість реалізувати двоступеневе подання палива без використання електроніки.



1 - канавка подачі палива 2 - запірні голка; 3 – корпус форсунки;
4 - отвір розпилювача

Рисунок 1.10 – Механічна паливна форсунка

Наступним типом форсунок, є ті, що відносяться до електронних систем типу Common Rail. Вони найчастіше бувають електромагнітними або п'єзоелектричними, їх об'єднують магістралями з товстостінних трубок в одну систему з паливним акумулятором високого тиску, здатних витримувати тиск до 250МПа. Форсунки системи Common Rail за аналогією з форсунками на дизельних двигунах встановлюються із затискними скобами в головці циліндрів аналогічно як у бензинових х безпосереднім упрскуванням палива. Тим самим допускається можливість встановлення форсунок зазначеної

системи на дизельні двигуни з безпосереднім упорскуванням палива без кардинальної модернізації головки блоку циліндрів [1], [6].

Необхідні час початку упорскування та величина подачі палива (тривалість упорскування) забезпечуються відкриттям електромагнітного клапана кожної форсунки (рис. 1.11) за допомогою команди від електронного блоку управління, що отримує сигнали про положення колінчастого валу та частоти його обертання через відповідні датчики. Форсунка складається з таких основних функціональних блоків: розпилювальний вузол, система гідроприводу відкривання-закривання та клапанний вузол.

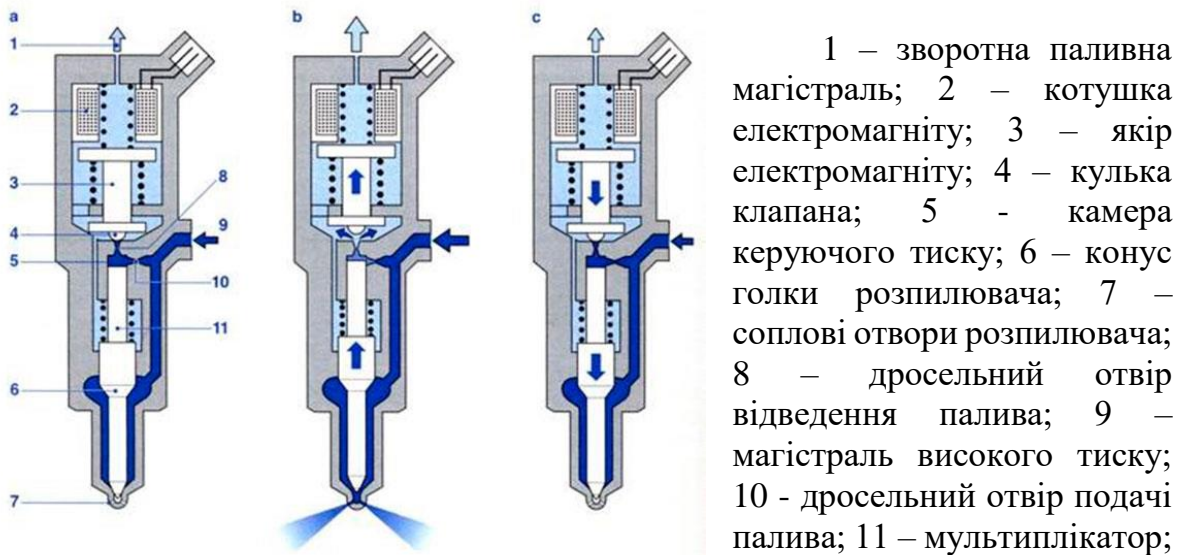


Рисунок 1.11 – Електромагнітна паливна форсунка

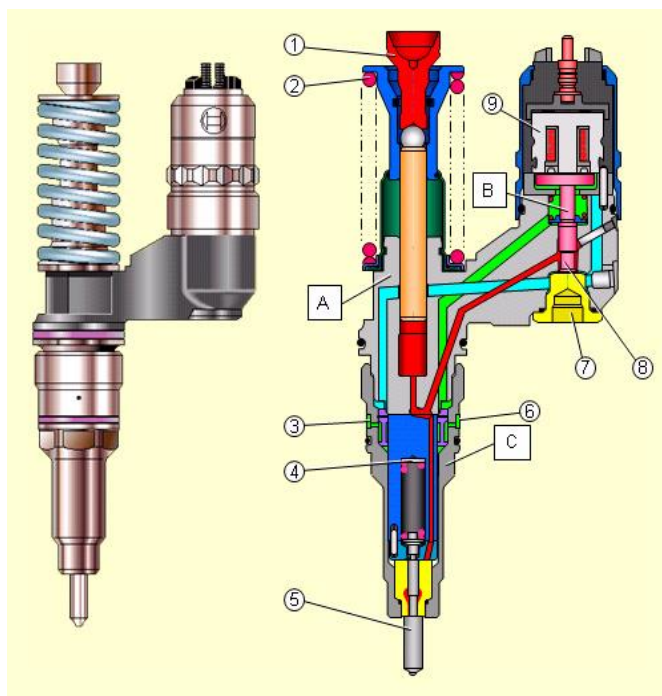
Форсунка даного типу працює трьох режимах:

- стан спокою (рис. 1.11а). Дизельне паливо подається по магістралі високого тиску 9 через отвір, що підводить до розпилювача форсунки, а також через дросельний отвір 10 та в камеру 5 керуючого клапана. При закритому дросельному отворі сила гідравлічного тиску тисне на мультиплікатор 11 та діє зверху керуючого клапана. При цьому і зусилля пружини перевищує силу тиску палива на конус 6 голки розпилювача й голка щільно прилягає до сідла закриваючи соплові отвори 7 розпилювача;

- подача палива (рис. 1.11 б). Під час подачі електричного імпульсу спрацьовує якор електромагнітного клапана й переміщається вгору дросельний отвір. Тиск у камері керуючого клапана знижується й під дією тиску палива на конус 6 голка розпилювача відходить від сідла і паливо через соплові отвори 7 впорскується камеру згоряння циліндра;

- завершення подачі палива (рис. 1.11 в). Після закриття клапана тиск над мультиплікатором підвищується, внаслідок чого він переміщається вниз і через пружний стрижень впливає голку розпилювача, швидкість переміщення голки збільшується, вона повністю [1], [4], [5-6] опускається та перекриває доступ до соплових отворів розпилювача.

Насос-форсунки - компоненти дизельної паливної системи, які виконують функції як паливного насоса, так і форсунки-розпилювача. Вони використовуються для подачі палива під високим тиском до камери згоряння дизельного двигуна [1], [4], [5-6].



А - насосна секція; В - клапанна секція; С - секція упорскування.

- 1 - кульковий упор;
- 2 - поворотна пружина;
- 3 - зворотний канал;
- 4 - регулювальна шайба розпилювача; 5 – розпилювач;
- 6 - вхідний канал;
- 7 - упор клапана управління;
- 8 - паливний клапан;
- 9 - соленоїд управління клапаном

Рисунок 1.12 – Насос-форсунка

Основний принцип роботи насоса-форсунки полягає в створенні високого тиску для подачі палива в систему під дією механічного механізму

вала ГРМ або електричного приводу. поршень у насос-форсунці рухається вгору і вниз, у піднятому стані поршень всмоктує паливо з паливного каналу через впускний клапан. При переміщенні вниз поршень стискає паливо, підвищуючи тиск. Після досягнення пікових значень тиску палива мультиплікатор відкривається і дозволяє паливу впорскуватись у камеру згоряння під високим тиском [1], [4].

Висновки за розділом

1. На сьогоднішній день в Україні активно збільшується парк автомобілів, зокрема комерційного призначення. Це вимагає покращення ремонтної бази та технологій їх обслуговування.

2. У комерційних автомобілях все ще використовуються дизельні двигуни, з подальшою перспективою їх виробництва аж до пошуку оптимальної альтернативи для заміни.

3. Дизельні системи є ефективними в плані потужності й ККД, а також вартості палива. Системи паливоподачі є досить складними й різняться принципом їх реалізації. Механічні системи володіють рядом недоліків, такими як знижена потужність, висока витрата палива, повільне регулювання паливоподачі порівняно з системами CommonRail.

РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок виробничої програми СТО «Пасат»

Вихідні дані для проектування приймаємо згідно існуючих величин з врахуванням рівня автомобілізації населення в найближчому майбутньому. Інші необхідні для розрахунку дані приймаються згідно статистичної звітності СТОА.

Вихідні дані:

Тип станції – міська, універсальна;

1. Населення району обслуговування СТО [12-14], [20]:

- в місті 59629 чоловік;
- в сільській місцевості – 61902 чоловіки.

2. Розподіл автомобілів за класами:

- особливо малий клас – 10%;
- малий клас – 35%;
- середній клас – 45%;
- підвищеної прохідності (4 x 4) – 10%.

4. Середньорічний пробіг обслуговуючих автомобілів становить

- особливо малий клас – 8000 км;
- малий клас – 9000 км;
- середній клас – 1000 км;
- підвищеної прохідності (4 x 4) – 9000 км.

5. Режим роботи НВМ $D_{\text{СТОА}} = 260$ днів в 1 зміну;

6. Категорія умов експлуатації – друга;

7. Природно – кліматичний район – теплий вологий;

8. Інтенсивність руху по прилеглий до міста трасі – 1500 авт./добу;

Щоденне технічне обслуговування включає збирально-мийні роботи, а також загальний контроль за станом автомобіля, спрямований на безпеку руху та підтримку належного зовнішнього вигляду [12-14], [20].

2.1.1 Розрахунок обсягу робіт з ТО і ремонту автомобілів

2.1.1.1 Розрахунок обсягу робіт по міських автомобілях (без урахування потужності СТО)

Для раціонального та перспективного розрахунку, що визначатиме потужність і спеціалізацію міських майстерень і СТО необхідно врахувати цілий ряд факторів, визначальним з яких є кількість і склад автомобілів та перспективи розвитку ринку по марках, які знаходяться в сфері обслуговування СТО Пасат.

Спочатку необхідно врахувати кількість місцевих автомобілів, які буде обслуговувати СТО. Вона сумарно буде складатись з автомобілів у районному центрі та прилеглих ОТГ.

Кількість автомобілів у районному центрі за розраховується за формулою:

$$N_{a_{pc}} = A_{pc} \cdot U, \quad \text{авт} \quad (2.1)$$

де A_{pc} – кількість населення у районному центрі;

U – рівень автомобілізації населення, який по Україні в середньому складає приблизно 190...210 автомобілів на 1000 мешканців. Для розрахунку приймемо мінімальну кількість. Тоді [20], [21]:

$$N_{a_{pc}} = \frac{59629 \cdot 190}{1000} = 11329 \text{ авт.}$$

Аналогічно знаходимо кількість автомобілів у прилеглий сільській місцевості району:

$$N_{a_{cm}} = \frac{61902 \cdot 190}{1000} = 11738 \text{ авт.}$$

Далі встановлюємо кількість власників автомобілів у місті, які потенційно зможуть скористатись послугами СТОА:

$$N_a = N_{a_{pc(cm)}} \cdot K_o, \quad \text{авт} \quad (2.2)$$

де K_o – коефіцієнт охоплення обслуговування. Для сільської місцевості він складає 0,25, а для міської – 0,75 [11].

Тоді кількість місцевих автомобілів, які будуть обслуговуватись на СТО:

- для сільської місцевості:

$$N_{a\text{ см}} = 11329 \cdot 0,25 = 2832 \text{ авт.}$$

- для райцентру:

$$N_{a\text{ рц}} = 11738 \cdot 0,75 = 8803 \text{ авт.}$$

Тоді загальна кількість автомобілів становитиме:

$$N_a = N_{a\text{ см}} + N_{a\text{ рц}}, \quad (2.3)$$

$$N_a = 2832 + 8803 = 11635 \text{ авт.}$$

Тоді загальну кількість автомобілів поділяємо за відповідними класами:

- для особливо малого класу:

$$N_{a1} = 10\%; N_a \text{ авт} \quad (2.4)$$

де, N_a - загальна кількість місцевих автомобілів, які буде обслуговуватиме СТО:

$$N_{a1} = 0,10 \cdot 11638 = 1164 \text{ авт.}$$

- для малого класу:

$$N_{a2} = 35\% \cdot N_{a2} \quad (2.5)$$

$$N_{a2} = 0,35 \cdot 11638 = 4073 \text{ авт.}$$

- для середнього класу:

$$N_{a3} = 45\% \cdot N_{a3}; \quad (2.6)$$

$$N_{a3} = 0,45 \cdot 11638 = 5237 \text{ авт.}$$

- для автомобілів підвищеної прохідності:

$$N_{a4x4} = 10\% \cdot N_a; \quad (2.7)$$

$$N_{a4x4} = 0,10 \cdot 11638 = 1164 \text{ авт.}$$

Тоді встановлюємо загальну кількість за всіма класами автомобілів:

$$N_a = 1164 + 4073 + 5237 + 1164 = 11638 \text{ авт.}$$

Трудомісткість робіт з ТО та ремонту визначаємо за формулою:

$$T_m^* = \sum_{i=1} N_{ai} L_{pi} t_i^* / 1000, \text{ люд-год} \quad (2.8)$$

де i – кількість класів автомобілів;

N_{ai} – загальна кількість автомобілів за кожним класом;

L_{pi} - середні пробіг автомобіля протягом звітного року для кожного і-того класу;

t^*_i – питомі затрати трудомісткості ТО та ремонту на 1000 км пробігу автомобіля [20].

Нормативи трудомісткості можуть коригуватись залежно від від потужності та пропускної здатності СТОА, кількістю робочих постів, а також умов експлуатації автомобілів [9].

Розрахунок питомої трудомісткості представлено в табличній формі за кожним класом автомобілів окремо.

Таблиця 2.1- Коригування питомої трудомісткості

Клас автомобілів	Нормативна питома трудомісткість ТО і ПР, $t_{пр}$, люд-год/тис.км	Коефіцієнт коригування залежно від природно – кліматичних умов, K_3	Скоригована питома трудомісткість ПР і ТО, t^*_i , люд-год/тис.км
Особливо малий	2,0	0,9	1,8
Малий	2,3	0,9	2,07
Середній	2,7	0,9	2,43
4x4	3,8	0,9	3,42

Трудомісткість робіт для автомобілів особливо малого класу:

$$T^*_m = \frac{1164 \cdot 8000 \cdot 1,8}{1000} = 16762 \text{ люд-год.}$$

Для автомобілів малого класу:

$$T^*_m = \frac{4073 \cdot 9000 \cdot 2,07}{1000} = 75880 \text{ люд-год.}$$

Для автомобілів середнього класу:

$$T^*_m = \frac{5237 \cdot 11000 \cdot 2,43}{1000} = 139985 \text{ люд-год.}$$

Для автомобілів підвищеної прохідності:

$$T_m^* = 1164 \cdot 9000 \cdot \frac{3,42}{1000} = 35828 \text{ люд-год.}$$

Отримані результати заносимо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Розрахунок загальної трудомісткості по СТОА

Клас автомобілів	Кількість автомобілів за класами, шт	Середньорічний пробіг, км	Питома трудомісткість ТО та ПР, не скоригована за потужністю СТО, люд-год/тис.км	Трудомісткість ТО та ПР (не скоригована за потужністю СТОА), люд-год/тис.км
Особливо малий	1164	8000	1,8	16762
Малий	4073	9000	2,07	75880
Середній	5237	11000	2,43	139985
4x4	1164	9000	3,42	35828
Всього	11638	37000	9,72	268455

2.1.1.2 Розрахунок об'єму робіт по транзитних автомобілях з прилеглих доріг

Після визначення обсягу робіт по місцевих автомобілях в межах району необхідно провести розрахунки обсягу робіт по автомобілях, які курсують по прилеглих дорогах. Вірогідність з'їзду автомобілів на СТО з дороги залежить від багатьох причин. Основною є технічний стан автомобілів: Якщо автомобіль має технічні проблеми, такі як несправні гальма, рульове управління або раптово виникли проблеми з освітлення, це може підвищити вірогідність заїзду на СТО для ремонту. Погані дорожні умови, стан покриття можуть збільшити ймовірність ремонту коліс, шин тощо. Неправильні маневри, недотримання дистанції, недодержання швидкісного режиму та інші помилки водіїв можуть призвести до ДТП та нагальної потреби у ремонті.

Для цього необхідно розрахувати інтенсивність руху - число автомобілів, які проїждять по автодорозі за добу у середньому за рік в обох напрямках [12-14], [20].

Розрахунок обсягу робіт по транзитних автомобілях:

$$T_{д}^* = N_3 t_3^* , \text{ люд-год} \quad (2.9)$$

де N_3 - річна кількість заїздів, авт./рік;

t_3^* - питома трудомісткість ТО та ПР для одного заїзду [12-14], [20].

Річна кількість заїздів визначається за формулою:

$$N_3 = \frac{I \cdot D_p \cdot \lambda_{ТО}}{100} , \text{ авт./рік} \quad (2.10)$$

де I – інтенсивність руху на прилеглих дорогах, авт/добу;

$\lambda_{ТО}$ - ймовірність заїзду автомобіля на станцію, %. (5...6%) [9];

D_p – кількість робочих.

$$N_3 = \frac{1500 \cdot 260 \cdot 5,0}{100} = 19500 \text{ авт./рік.}$$

Нормативна трудомісткість по транзитних становитиме:

$$T_{д}^* = 19500 \cdot 2,0 = 39000 \text{ люд-год}$$

Розрахунок загального обсягу робіт по СТОА

Загальний обсяг робіт по СТО Пасат, поки що не скоригований за потужністю:

$$T_{\Sigma}^* = T_{м}^* + T_{д}^* , \text{ люд-год} \quad (2.11)$$

$$T_{\Sigma}^* = 268455 + 39000 = 307455 \text{ люд-год}$$

Далі необхідно провести попередній розподіл загальної трудомісткості робіт за постовими й дільничними роботами. В середньому їх розподіл має співвідношення: 75% /25 % [12-14], [20]. Їх обсяг становитиме:

$$T_{\Sigma п}^* = T_{\Sigma}^* \cdot \frac{77,84}{100} , \text{ люд-год} \quad (2.12)$$

$$T_{\Sigma п}^* = 307455 \cdot 0,7784 = 239323 \text{ люд-год}$$

2.1.2 Розрахунок дійсної кількості постів та уточнення об'єму й трудомісткості робіт

Загальна кількість робочих постів в межах попереднього розрахунку загальної кількості постів визначають за формулою:

$$X^* = \frac{T_{\Sigma n}^* \cdot K_H}{\Phi_n \cdot P_n}, \quad (2.13)$$

де $T_{\Sigma n}^*$ - річна трудомісткість постових робіт певного виду, люд. - год ;

Φ_n – загальний річний фонд часу поста, год;

P_n – чисельність одночасно працюючих на одному посту робітників ($P_n=1,5$) [12-14], [20].

K_H - коефіцієнт нерівномірності заїзду автомобілів ($K_H=1,15$) [12-14], [20].

Річний фонд часу одного поста:

$$\Phi_n = D_p \cdot n \cdot t_{zm} \cdot K_B, \quad (2.14)$$

де D_p – кількість робочих днів ($D_p = 357$);

n - кількість змін протягом доби ($n = 1,5$) [9];

K_B - коефіцієнт використання часу протягом однієї зміни на пості ($K_B = 0,9$) [9].

$$\Phi_n = 260 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,95 = 1976 \text{ год}$$

$$X^* = \frac{239323 \cdot 1,15}{1976 \cdot 1,5} = 92 \text{ пости}$$

Повністю скоригований об'єм робіт по СТО, враховуючи коригування на його продуктивність:

$$T_{\Sigma} = T_m^* K_5 + T_d^*, \text{ люд-год} \quad (2.15)$$

$$T_{\Sigma} = 268455 \cdot 0,9 + 39000 = 280609,5 \text{ люд.-год}$$

2.1.3 Остаточний розподіл обсягу робіт на постові і поза постові

Враховуючи, що на станції близько 40 постів, то відповідний відсоток роботи постах буде складати 76% [21].

Тоді:

$$T_{\Sigma n} = T_{\Sigma} \cdot 0,76 \text{ люд-год} \quad (2.16)$$

$$T_{\Sigma n} = 280609,5 \cdot 0,76 = 213263,22 \text{ люд-год}$$

Звідси:

$$T_{\Sigma d} = T_{\Sigma} - T_{\Sigma п}, \text{ люд-год} \quad (2.17)$$

$$T_{\Sigma d} = 280609,5 - 213263,22 = 67346,28 \text{ люд.-год}$$

Таким чином, загальна кількість постів з технічного обслуговування та ремонту по СТО «Пасат» становить:

$$X = \frac{213263,22 \cdot 1,15}{(260 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 0,95)} = 83 \text{ пости.}$$

2.2 Розподіл обсягу робіт

Для виконання подальших розрахунків визначену трудомісткість робіт з ТО і ремонту автомобілів розподіляємо за видами робіт. Результати розрахунків заносимо в таблицю за формою таблиці 2.3

Таблиця 2.3 -Розподіл обсягу ТО і ПР за видами робіт і за місцем їх виконання

Види робіт	Розподіл робіт, %	Розподіл обсягу робіт за місцем їх виконання			
		на робочих постах		позапостові	
		%	люд.-год	%	люд.-год
Діагностичні	4/0	4,00	10948,92	-	-
ТО в повному обсязі	10/0	10,00	27372,30	-	-
Масильні	2/0	2,00	5474,46	-	-
Регулювальні по встановленню кутів передніх коліс	4,00	4,00	10948,92	-	-
Ремонт і регулювання гальм	3,00	3,00	8211,69	-	-
Електротехнічні	4,00	3,20	8759,14	0,80	2189,78
Акумуляторні	2,00	0,30	2189,78	1,20	3284,68
Роботи по системі живлення	4,00	2,80	7664,24	1,20	3284,68
Шиномонтажні	1,00	0,30	10948,92	4,00	1263
Ремонт вузлів і агрегатів	8,00	4,00	821,17	0,70	9116,06
Кузовні та арматурні	28,00	20,40	55839,50	7,60	20802,95
Фарбувальні та протикорозійні	20,00	20,00	54744,61	-	-
Оббивні	3,00	1,50	4105,85	1,50	4105,85
Слюсарно- механічні	7,00	0,00	-	7,00	19160,61
Всього	100,00	76,00	208029,5	24,00	65693,53

Встановлено, що розподіл обсягу технічного обслуговування та ремонту за видами робіт і за місцем їх виконання на робочих постах складають 76,0 % та поза постові відповідно 24,0 %

2.3 Розрахунок обсягу допоміжних робіт

До переліку допоміжних робіт входять ремонт та технічне обслуговування обладнання та інструменту, виконання транспортних операцій і інших завдань, пов'язаних з обслуговуванням і відновленням рухомого складу, переміщення автомобілів всередині СТО, зберігання, прийом і видача матеріальних цінностей, прибирання виробничих приміщень та інші подібні завдання.

Обсяг допоміжних робіт визначається:

$$T_{\text{доп}} = \frac{T_{\Sigma} \cdot K_{\text{доп}}}{100}, \text{ люд.-год} \quad (2.18)$$

де $K_{\text{доп}}$ - 20 - 30 % - об'єм допоміжних робіт, який залежить від кількості робочих постів СТОА. [9]

$$T_{\text{доп}} = \frac{280609,5 \cdot 25}{100} = 70152,4 \text{ люд.-год}$$

Розподіл трудомісткості допоміжних робіт за їх видами. Підсумки розрахунків зводимо в табл. 2.4

Таблиця 2.4- Розподіл допоміжних робіт за видами

Види робіт	Розподіл робіт, %	Трудомісткість , люд.-год
1	2	3
Роботи із самообслуговування: - ремонт та обслуговування, оснастки та інструменту	25	17107,69
- ремонт та обслуговування інженерного обладнання, мереж та комунікацій	20	13686,15

продовження таблиці 2.4

1	2	3
- обслуговування компресорного обладнання	10	6843,08
Перегін автомобілів	10	6843,08
Приймання, зберігання та видача матеріальних цінностей	12	8211,69
Прибирання приміщень та території	15	10264,61
Транспортні роботи	8	54744,61
Разом	100	110857,83

2.4 Розрахунок обсягу робіт із самообслуговування

Далі розглядають види робіт, які пов'язані із самообслуговуванням СТО «Пасат», а також ведення загальногосподарської діяльності. Роботи із самообслуговування, часто пов'язані з виготовленням різноманітної оснастки, елементів деталей, автомобілів, які обслуговуються. Роботи, трудомісткість яких не перевищує 8... 10 тис. люд-год на рік, необхідно об'єднати з основними роботами.

$$T_{\text{сам}} = T_{\text{інст.}} + T_{\text{інж.обл}} + T_{\text{к.обл.}}, \text{ люд-год} \quad (2.19)$$

$$T_{\text{сам}} = 17107,69 + 13686,15 + 6843,08 = 37636,928 \text{ люд-год.}$$

Враховуючи, кількість робочих постів та трудомісткість із самообслуговування становить, яка становить 37636 люд-год то розглядають можливість формування спеціальної дільниці головного механіка СТО.

Таблиця 2.5 - Розподіл робіт із самообслуговування СТО

Види робіт	Розподіл робіт, %	Трудомісткість, люд-год
Електротехнічні	25,00	9409,23
Механічні	10,00	3763,69
Слюсарні	16,00	6021,91
Ковальські	2,00	752,74
Зварювальні	4,00	1505,48
Бляхарські	4,00	1505,48

продовження таблиці 2.5

Мідницькі	1,00	376,37
Трубопровідні (слюсарні)	22,00	8282,12
Ремонтно-будівельні деревообробні	16,00	6021,91
Разом	100	37636,92

Окремі види робіт із самообслуговування СТО можуть виконуватись безпосередньо на відповідних ділянках (електротехнічні, слюсарно-механічні, тощо).

2.5 Визначення трудомісткості робіт в проектованому підрозділі

Річну трудомісткість виконуваних робіт в дільниці приймаємо на основі даних з таблиці 2.3 або розраховуємо за формулою:

$$T_o = T_{np} \cdot \frac{m_{np}}{100} = T'_{сам.}, \text{ люд.-год} \quad (2.20)$$

де m_{np} - частка трудомісткості робіт ТО і ПР, які проводяться на проектованій дільниці [12]. Для агрегатних робіт m_{np} становить 40% [12].

Згідно літературних рекомендацій трудомісткість проектованої дільниці становить 40% трудомісткості від загальної кількості агрегатних робіт.

Згідно таблиці 2.3 трудомісткість у дільниці становить:

$$T_o = 0,3 \cdot 6021,91 = 1806,6 \text{ люд.-год}$$

2.6 Розрахунок необхідної кількості працівників

Після розрахунку річної програми дільниці, проводять розрахунок необхідного числа робітників ремонтної дільниці.

Розраховуючи кількість робітників приймають до уваги два поняття: штатна, яка знаходиться в списку СТОА, і явочна, це та, яка необхідна для безпосереднього виконання виробничої програми.

Явочна кількість робітників для проекрованої ділянки визначається за формулою:

$$P_{яв} = \frac{T_a}{\Phi_m}, \quad (2.21)$$

де Φ_m - номінальний річний фонд часу робочого місця при однозмінній роботі, год. $\Phi_m = 2025$ год [13].

$$P_{яв} = \frac{4379,57}{2025} = 2,16 \approx 2 \text{ робітника}$$

Приймаємо 2 робітника.

Штатна кількість робітників для ділянки визначається за формулою:

$$P_{шт} = \frac{T_d}{\Phi_p}, \text{ роб} \quad (2.22)$$

Φ_p - дійсний (ефективний) річний фонд часу робітника, год ($\Phi_p = 1800$ год) [15].

$$P_{шт} = \frac{3718,08}{1800} = 2,07 \approx 2 \text{ робітника.}$$

2.7 Організація і технологія виконання робіт в проектовану підрозділі

Необхідність виконання ремонту компонентів системи живлення двигунів виникає в таких випадках, як незапуск двигуна, його нестабільна робота з перебоями або високий рівень споживання палива. Ремонт паливної апаратури дизельного двигуна, в більшості випадків, включає заміну несправних деталей та елементів системи живлення новими, а також контроль та налаштування паливної апаратури. Ці роботи виконуються на спеціальній ділянці, обладнаній необхідними пристроями, інструментами, контрольно-регулювальними стендами та приладами.

Розбирання та очищення агрегатів та вузлів паливної апаратури здійснюються на спеціальному стенді. Також може застосовуватись мийка або очистка спеціальними газами. При цьому необхідно уникати потрапляння

забрудненого палива внутрішніх порожнин паливної апаратури. У всіх випадках, коли паливна апаратура знімається з двигуна після від'єднання паливних трубок, насосних форсунок, фільтрів тощо, отвори трубопроводів повинні бути захищені пробками, ковпачками, заглушками або чистою ізоляційною стрічкою для запобігання потраплянню бруду.

При збиранні всіх вузлів паливної апаратури необхідно пам'ятати, що плунжерні і клапанні пари, розпилювачі форсунок, а також втулка зі штоком підкачувального насоса є комплексними компонентами і не підлягають розбиранню. Заміна їх можлива лише в комплекті.

Ремонт форсунок виконується на робочому столі та включає заміну пошкоджених деталей. Корпуси розпилювачів форсунок можуть бути відновлені, якщо на них є подряпини або сліди зношення на торцевій поверхні (вони виправляються поліруванням до дзеркального блиску за допомогою відповідних притиральних паст), а також на направляючій та конусній поверхнях отворів (вони виправляються поліруванням). Після кожного процесу полірування деталі ретельно промивають чистим дизельним паливом. Після ремонту форсунок на спеціальному стенді вони перевіряються на герметичність, якість розпилення та пропускну здатність, а також регулюються показники тиску початку впорскування.

Паливні насоси високого тиску (ПНВТ) також перевіряються та регулюються на спеціальному стенді. Під час цього процесу контролюються три основних параметри ПНВТ: кут випередження нагнітання палива для кожної секції, циклічна подача палива кожною секцією та однакова подача палива різними секціями ПНВТ.

Технологічне обладнання для забезпечення оптимальної технології ремонту в межах проектованої ділянки включає стаціонарні, пересувні і нестаціонарні установки, стенди, верстати, прилади і пристрої, які використовуються для виконання робіт з діагностики, технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу. Це включає оглядове і підйомно-транспортне обладнання.

Вибір технологічного обладнання залежить від того, які технологічні процеси потрібно забезпечити, а також від ступеня використання та продуктивності обладнання. Враховуються типаж і чисельність рухомого складу, кількість працюючих та інші фактори. Кожне робоче місце може вимагати специфічного обладнання в залежності від характеру технологічного процесу.

Організаційне оснащення включає шафи, столи, стелажі для зберігання вузлів і деталей, підставки для обладнання. Це необхідно для забезпечення зручності та організації робочого простору.

Технологічне оснащення включає пристрої та інструменти, які потрібні для виконання робіт у виробничих відділеннях. Це можуть бути спеціалізовані пристрої, інструменти та обладнання, необхідні для виконання конкретних технологічних операцій.

При виборі обладнання рекомендується надавати перевагу високопродуктивному спеціалізованому обладнанню, яке відповідає потребам конкретного технологічного процесу. Підібране обладнання, організаційне і технологічне оснащення подані у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Підібране обладнання, організаційне і технологічне оснащення для проектованої дільниці

№ п/п	Ілюстрація	Тип обладнання	Модель	Площа м ²	Габ. розміри	К-ть	Ціна, грн
1		2	3		4	5	6
1		Стенд для перевірки і регулювання ПНВТ	BOSCH EPS 815	1,08	1,8x0,6	1	51000
2		Прилад для перевірки прицевій-них пар	КИ4802	0,06	0,25x0,2	1	1260

продовження таблиці 2.7

3		Прилад для перевірки паливо підкачувальних насосів	CMS- 47	0,24	0,4x0,6	1	11100
4		Стіл – верстак для поточного ремонту ПНВТ	CRS708C	3,74	2,2x1,7	1	7500
5		Стенд для перевірки і регулювання форсунок	BOSCH EFEP 67D	0,12	0,3x0,4	1	2500
6		Стіл – верстак для поточного ремонту форсунок	TSG5932	1,26	1,8x0,7	1	5350
7		Діагностичний стенд для перевірки насос-форсунок	DORPAT Multi-Cam 11	0,96	1,2x0,8	1	372000
8		Рейковий ручний прес	INT PR 10	0,12	0,2x0,6	1	3250
9		Вертикально – свердильний верстат	2C125	1,4	0,8x0,5	1	4050

продовження таблиці 2.7

10		Комплект інструменту для ремонту і регулювання ПНВТ	BOSCH 0986614250	-	-	1	4100
11		Стелаж	СТ-012	0,37	2,2x0,17	1	540
12		Шафа для приладів і інструментів	08.3004 Hicdoor	0,48	0,95x0,5	1	6200
13		Лещата	TCC-200	-	-	2	2400
14		Ящик для вибракуваних деталей	2249	0,5	1,0x0,5	1	420
15		Ящик для оптирального матеріалу	RIDGID	0,5	1,0x0,5	1	260
Всього				19,83	-	13	471930

2.9 Розрахунок площі підрозділу

Виробничу площу ділянки по ремонту паливної апаратури розраховують за формулою:

$$F_d = (F_{об} + F_M) \cdot \sigma, \text{ м}^2; \quad (2.24)$$

де, $F_{об}$ і F_M – відповідні площі зайняті пропонованим обладнанням і машинами (табл. 2.7), м^2 ;

σ – коефіцієнт, що враховує робочі зони і проходи (для ділянок ТО $\sigma = 5,0$, слюсарної $\sigma = 4,0$, ковальсько-зварювальної $\sigma = 18,5 \text{ м}^2$).

Отже, площа ділянки становитиме:

$$F_d = 18 \cdot 4,0 = 72 \text{ м}^2$$

В подальшому можна визначити ширину виробничого приміщення за формулою:

$$L_{\text{ш}} = \frac{F_{\text{д}}}{L_{\text{д}}}, \text{ м} \quad (2.28)$$

де, $L_{\text{ш}}$ – ширина виробничого приміщення, м;

$F_{\text{д}}$ – площа ділянки, м^2 .

$$L_{\text{ш}} = \frac{72}{9} = 8, \text{ м}$$

Висновки за розділом

1. У розділі розраховано виробничу програму для СТО з врахуванням наявних робіт з ТО та ремонту, а також перспективних робіт для проектованої ділянки. Встановлено, що загальна трудомісткість робіт становить 37636,92 люд-год, тоді як для проектованої ділянки – 1806 люд-год. Площа проектованої ділянки становить 72 м^2 , кількість працівників на ділянці обслуговування паливної апаратури – 2 працівника.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Будова системи живлення двигуна ЯМЗ – 238ДЕ2

Система живлення дизельного двигуна призначена для того, щоб забезпечити доставку палива до автомобіля, очистку палива і розподіл його рівномірно по циліндрах двигуна відповідно до їх робочого циклу, швидкості і навантаження. Основною відмінністю дизельного двигуна від бензинового є спосіб згоряння палива. Більшість карбюраторних і інжекторних бензинових двигунів готують паливну суміш у впускному тракті, хоча в деяких бензинових двигунах суміш формується безпосередньо в циліндрі, подібно до дизеля [1], [5], [6].

У роботі дизельного двигуна, під час руху поршня вниз, до циліндра всмоктується свіже повітря, яке нагрівається під час руху поршня вгору. Це призводить до високої температури в робочому просторі дизеля, яка може досягати 700-900 °С завдяки високому ступеню стиснення. Коли поршень підходить до верхньої мертвої точки, у камеру згоряння вприскується дизельне паливо під високим тиском, воно з самозаймається в контакті з нагрітим повітрям. Розширюючись, дизельне паливо викликає різке підвищення тиску в циліндрі, що відповідає за характеристичний звук роботи дизеля. Завдяки описаному вище принципу роботи, дизельні двигуни можуть використовувати дуже бідну суміш при використанні відносно дешевого дизельного палива. Це, в свою чергу, забезпечує їх високу економічність і невибагливість до навантажень [1], [4].

Система подачі палива, яка є однією з найважливіших компонентів дизельного двигуна, адже забезпечує постачання необхідної кількості палива з заданим тиском в потрібний момент часу. Згодом газотурбінне наддування дало змогу збільшити літрову потужність дизеля до 15... 18 кВт/л, тобто на 20...40 %.

В Україні через зношеність парків господарств все ще експлуатується велика кількість морально й технічно-застарілої техніки. Вона дуже часто зустрічається на будівництві, сільському господарстві, комунальних службах,

лісовому господарстві, військовій техніці тощо. Зокрема, моделі автомобілів Краз часто застосовуються у сферах будівництва, вантажних перевезень, нафтогазової промисловості та інших галузях, де потрібна велика міцність та прохідність автомобіля.

Двигуни ЯМЗ-238ДЕ2 встановлювались на автомобілі КрАз таких моделей:

КрАз-6322 - вантажний автомобіль з колісною формулою бх6, призначений для перевезення важких вантажів в умовах бездоріжжя.

КрАз-6443 - буровий автомобіль з колісною формулою бх6, призначений для буріння свердловин і робіт на нафтових та газових родовищах.

КрАз-64431 - вантажний автомобіль з колісною формулою бх6, який використовується для перевезення великогабаритних та важких вантажів.

КрАз-65050 - вантажний автомобіль-самоскид з колісною формулою бх6.

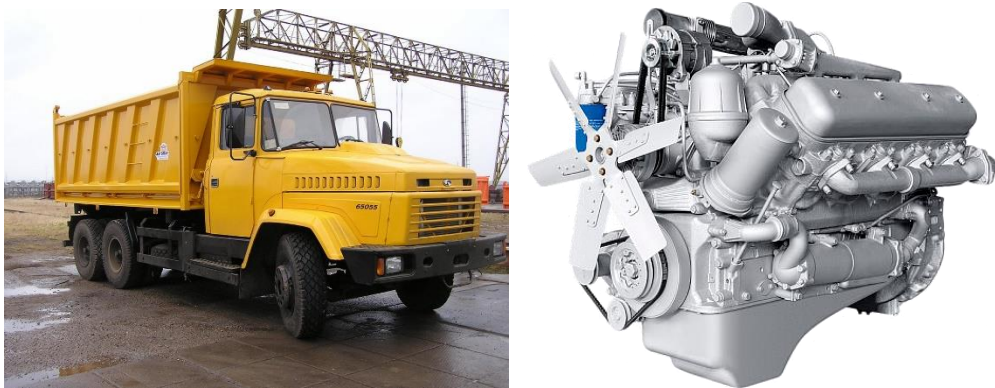


Рисунок 3.1 – Вантажний автомобіль КрАз-65050 з двигуном ЯМЗ-238ДЕ

Система живлення та паливна апаратура двигуна – розділеного типу. Вона складається з паливного насоса високого тиску 6 (рис. 3.1) з всережимним регулятором частоти обертання та вбудованим коректором для коригування подачі палива, паливо-підкачуючого насоса 5, форсунок 3, фільтрів грубої 2 та тонкої 1 очищення палива, паливопроводів низького В та високого тиску С [5], [19].

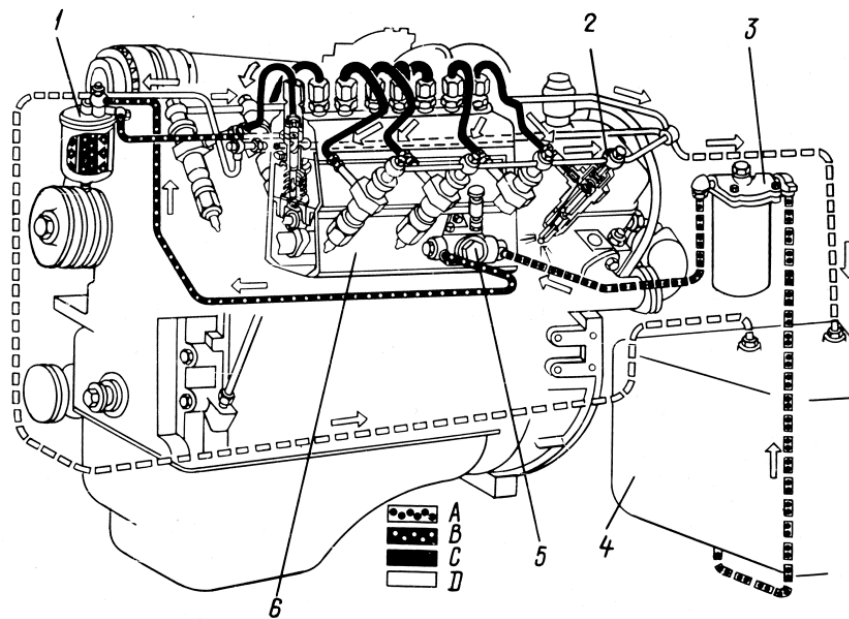
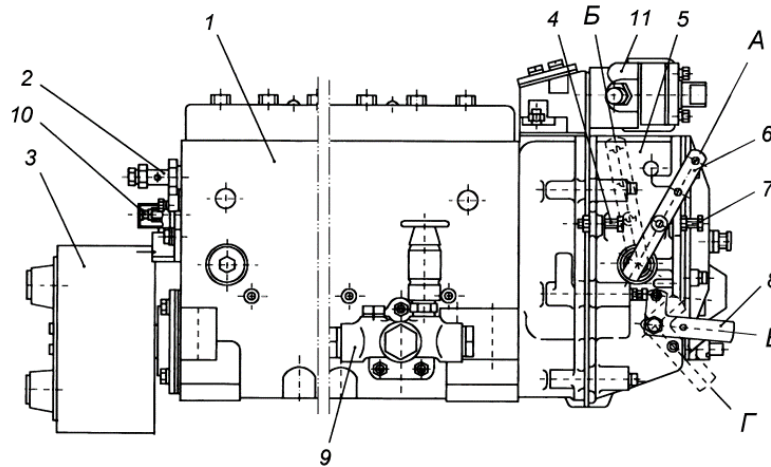


Рисунок 3.2 - Система живлення двигуна ЯМЗ – 238ДЕ2

Паливний насос високого тиску (ПНВТ) розташований у розвалі V-подібного 8-циліндрового та має шестерний привід [5], [6]. Паливний насос високого тиску – восьмисекційний, за кількістю циліндрів двигуна (рис. 3.3).



1 – паливний насос високого тиску; 2 – перепускний клапан; 3 – демпферна муфта; 4 – болт обмеження максимальної частоти обертання; 5 – регулятор частоти обертання; 6 – важіль управління регулятором; 7 – болт обмеження мінімальної частоти обертання; 8 - скоба зупинки; 9 – паливопідкачувальний насос; 10 – болт регулювання пускової подачі; 11 – коректор подачі палива по наддуву

Рисунок 3.3 - Паливний насос високого тиску (ПНВТ)
двигуна ЯМЗ – 238ДЕ2

3.2 Основні несправності паливної системи живлення двигуна ЯМЗ-238ДЕ2

Система подачі палива в дизельному двигуні виконує ряд важливих функцій, щоб забезпечити ефективну роботу двигуна. Основні вимоги до цієї системи включають [12-14], [20]:

- забезпечення високого тиску під час упорскування палива в циліндр; дозування порцій палива відповідно до навантаження двигуна; система повинна точно регулювати кількість палива, в правильний момент, тобто паливо повинно впорскуватись відповідно до фази роботи двигуна і з відповідною інтенсивністю;

- ефективне розпилювання і рівномірне розподілення палива по об'єму камери згоряння, це допомагає забезпечити рівномірне змішування палива з повітрям для оптимального горіння.

- забезпечення синхронне упорскування і дозування палива у всіх циліндрах для рівномірної роботи двигуна [6], [17];

- надійне фільтрування палива перед подачею до насосів і форсунок.

Таблиця 3.1 - Несправності системи живлення дизельного двигуна

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Двигун не запускається або запускається погано	Забруднення паливопроводу, паливозбірника у баці або фільтруючих елементів паливних фільтрів. Присутність повітря у системі подачі палива. Блокування рейки паливного насоса високого тиску (ПНВТ). Неправильний момент впорскування палива. Несправні сопла розпилювача палива.	Промити забірник та прочистити паливопроводи, а також замінити фільтруючі елементи. Усунути будь-які негерметичності та прокачати паливну систему. Вирішити проблему заїдання рейки паливного насоса високого тиску (ПНВТ). Перевірити установку ПНВТ та відрегулювати початок подачі палива. Перевірити форсунки і герметичність паливопроводів високого тиску

<p>Двигун не розвиває повної потужності, з'явилася димність</p>	<p>- Відсутність повного ходу важеля керування регулятором, що не дозволяє досягти болта обмеження максимальної частоти обертання колінчастого вала. Присутність повітря у паливній системі. Неправильний момент впорскування палива. Проблеми з регулюванням або засмічення форсунки. Введення води в паливну систему (проявляється білим димом). Надмірне подавання палива до циліндрів (проявляється чорним або сірим димом). Потрапляння плунжера ПНВТ у підклинене положення.</p>	<p>Перевірити і відрегулювати привід, що відповідає за рух важеля керування регулятором. Усунути будь-які негерметичності та прокачати паливну систему. Перевірити установку та відрегулювати початок подачі палива в системі ПНВТ. Перевірити та відрегулювати форсунки. Злити відстій з паливних фільтрів та паливного бака. Відрегулювати подачу палива секціями ПНВТ. Замінити плунжерну пару у відповідній частині системи.</p>
<p>Нерівномірна робота двигуна</p>	<p>- Кріплення стало ослабленим або трубка високого тиску лопнула. Форсунки не працюють задовільно. Порушена рівномірність подачі палива в різних секціях системи ПНВТ.</p>	<p>Перевірити та затягнути кріплення або замінити пошкоджену трубку високого тиску. Виконати діагностику та виправити проблеми з роботою окремих форсунок. Відрегулювати рівномірність подачі палива секціями системи ПНВТ.</p>
<p>Двигун стукає</p>	<p>Паливо впорскується в циліндри занадто рано. Відбувається неконтрольоване протікання палива в розпилювачі форсунки.</p>	<p>відрегулювати початок подачі палива; перевірити форсунки.</p>

Паливо для дизельних двигунів повинно відповідати деяким вимогам: оптимальна в'язкість і низькотемпературні властивості, ефективне розпилювання, сумішоутворення і випаровування палива, а також швидке самозаймання, повне згоряння та м'яку роботу без димлення, високе цетанове число, яке впливає на його займистість і ефективність горіння, бути стабільним під час транспортування і зберігання. Основні несправності системи живлення дизельного двигуна та причини їх виникнення подаємо в таблиці 3.1.

3.3 Алгоритм технічного обслуговування системи живлення дизеля

У системах живлення дизельних двигунів основними параметрами для перевірки є наступні діагностичні параметри [6], [10]:

- герметичність впускного тракту;
- герметичність (зазор між втулкою і поршнем) плунжерних пар паливного насоса;
- герметичність підкачувального насоса;
- циклова подача паливного насоса;
- кут випередження впорскування палива;
- нерівномірність подачі палива по секціях паливного насоса.

Контроль герметичності паливної системи можна здійснювати безпосередньо на двигуні або за допомогою спеціальних приладів (рис. 3.4).



а) стенд для перевірки форсунок б) маска меню

Рисунок 3.4 - Стенд для перевірки дизельних форсунок

На для цього на двигуні встановлюють малу частоту обертання колінчастого вала (режим холостого ходу) й знімають гвинт розповітрявача фільтра тонкої очистки палива, при появі пінної емульсії можна стверджувати про втрату герметичності системи [6], [10].

При проведенні діагностики форсунок на спеціалізованих стендах оцінюють їх герметичність, тиск впорскування та якість та синхронність розпилювання палива. Ці процедури виконуються на спеціальних стендах

(рис. 3.4) та за допомогою приладів (рис. 3.5), які імітують роботу форсунок на реальному двигуні.

Основним показником, що характеризує герметичність форсунки є час протягом якого форсунка здатна підтримувати номінальний тиск випробування. Також допускається падіння тиску тиску 1...3 МПа протягом 40...50 сек. Тиск, за якого перевіряють герметичність форсунки має становити не менше 30 МПа.



а)

б)



в)

а - типів Т, U, V і W на тиск до 600 бар; *б*, - типів Р, R, S і Т до 400 бар;

в - пристрій для оцінки якості розпилювання

Рисунок 3.5 - Прилади фірми Bosch для діагностування дизельних форсунок

Тиск впорскування форсунок вимірюють за допомогою спеціальних приладів, які мають манометричне обладнання. При перевірці тиску впорскування на робочому двигуні використовують максиметр. Для цього підключають форсунку, яку перевіряють, до штуцера максиметра, а сам максиметр через паливопровід високого тиску з'єднується з секцією насоса.

Якість розпилювання палива форсунками оцінюють за допомогою спеціальних стендів. При цьому перевіряють стан розпилювання до туманоподібного, рівномірність поперечного перерізу конуса та фронту розпилювання. Порівняння проводять для кожного розпилювача окремо. Для оцінки кожної форсунки можна використовувати спеціальний папір, на якому залишається слід від палива.

Механічні ушкодження внутрішніх елементів форсунки - сліди, подряпини, сліди корозії усувають притиранням. Герметичні та прецизійні пари замінюють.

Діагностування паливного ЯМЗ-238ДЕ2 насоса високого тиску передбачає дослідження початку, кількості і рівномірності подачі палива кожною окремою з 8 секцій. Випробування проводять за тиску $15 \pm 0,5$ МПа, довжина проводів високого тиску не повинна перевищувати 400 (± 3) мм. Кількість дозованого палива для ПНВТ даного типу має становити 108...109 мм³, а різниця подачі між секціями не повинна перевищувати 3 % за частоти обертання 1050 хв⁻¹ вала насоса.

Різниця σ_y % у подачі палива для кожної окремої секції визначають за формулою:

$$\sigma = \frac{(V_{min} - V_{max}) * 2 * 100}{V_{max} - V_{min}} \quad (3.1)$$

де V_{max}, V_{min} - відповідно максимальною і мінімальною циклова подача секцією.

Під час технічного обслуговування системи живлення виконують ряд стандартних процедур, які характерні для більшості систем живлення :

При регулярному технічному обслуговуванні:

- Виливають 0,10-0,15 літрів відстою з грубого і тонкого фільтрів.
- Перевіряють роботу двигуна протягом 3-4 хвилин, функціонування контрольних пристроїв та механізмів управління подачею палива.
- При включеному двигуні перевіряють герметичність з'єднань паливопроводів.

При першому рівні технічного обслуговування (ТО-1):

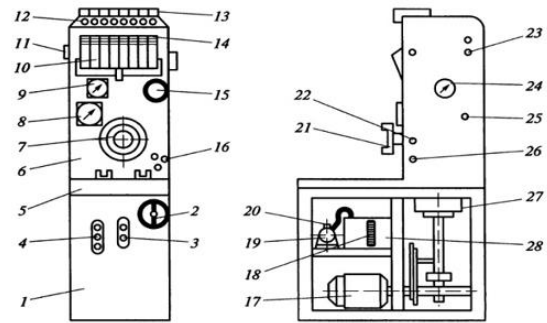
- Виливають відстій з паливного бака після 6-8 годин стоянки автомобіля.
- Розбирають фільтри грубої і тонкої очистки палива, промивають їх та перевіряють стан фільтруючих елементів.

При другому рівні технічного обслуговування (ТО-2):

- Перевіряють кріплення і герметичність всіх елементів системи живлення.
- Замінюють фільтруючі елементи фільтрів тонкої очистки, промивають корпуси паливних фільтрів.
- Перевіряють циркуляцію палива та видаляють повітря з системи при необхідності.
- Перевіряють пуск двигуна та регулюють мінімальну частоту обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу.
- Перевіряють роботу двигуна, системи ПНВТ та регулятора частоти обертання колінчастого вала.

При спеціалізованому технічному обслуговуванні (СТО):

- Виливають паливо та промивають паливний бак.
- Знімають і перевіряють свічки накалювання.
- Знімають форсунки, перевіряють їх і, за необхідності, регулюють на спеціальному стенді (рис. 3.5).



- 1 - корпус стенду; 2 - регулятор частоти обертання; 3 – двохелементна станція керування електродвигуном насоса; 4 - трьохелементна станція керування валу приводу стенду; 5 - стіл; 6 - передня панель; 7 - стробоскопічні пристрій; 8 - манометр низького тиску; 9 - електричний дистанційний тахометр; 10 - мензурки; 11 - рукоятка зливу; 12 - тумблери; 13 - датчики початку впрыскування; 14 - пластина припинення подачі палива; 14 - автоматичний важіль; 15 - лічильник-автомат; 16 - з'єднувальні штуцери; 17 - електродвигун; 18 - мірне скло; 19 – стендовий насос; 20 - запобіжний клапан; 21 - вал приводу стенду; 22 - рукоятка керування краном розподільника; 23 - кнопка автомата; 24 - манометр високого тиску; 25 - дросель; 26 - важіль включення лічильника; 27 - варіатор; 28 - паливний бак

Рисунок 3.6 - Стенд СДТА-2 для діагностики паливної апаратури дизелів

Досить поширеними в Україні є наступне обладнання: стенд СДТА-2 діагностування дизельної паливної апаратури та стенд для діагностування дизельної паливної апаратури Bosch 12PSDW-A (рис. 3.6) [1]. Технологія ремонту передбачає зняття ПНВТ та форсунок з автомобіля та встановлення на стаціонарний стенд (максимальна кількість секцій – 8). Привід вала ПНВТ здійснюється від електродвигуна, при цьому частота обертання валу приводу під час випробувань встановлюється 1-й ступінь ($100 \dots 420 \text{ хв}^{-1}$), 2-й ступінь ($420 \dots 1600 \text{ хв}^{-1}$). Далі визначають продуктивність подачі палива кожною із секцій об'ємним методом, тобто вимірювання подачі палива у мірні колби.

За допомогою даних стендів проводять наступні технологічні операції та налаштування:

- ✓ перевіряють продуктивність та рівномірність подачі плунжерних пар насосних секцій ПНВТ;
- ✓ регулювання тиску та моменту відкриття клапанів ПНВТ
- ✓ холодну обкатку ПНВТ після ремонту;
- ✓ налаштування регулятора частоти обертання ПНВТ;
- ✓ перевірка форсунок на стенді.

Форсунки перевіряються, закрутивши регулювальний гвинт форсунки до номінального значення тиску 30 МПа, після чого фіксують час падіння тиску до 23 МПа. Справні форсунки мають тримати тиск на протязі 5...7 с. Далі визначають тиск, за якого відбувається початок відкриття голки у посадці розпилювача форсунки, тобто момент впорскування палива. Для форсунки двигуна ЯМЗ-238ДЕ2 момент початку паливоподачі має становити 18 МПа +05% [6], [10].

3.4 Обґрунтування способу регулювання потужності дизельного двигуна з механічним рядними ПНВТ

Основним способом регулювання потужності сучасного дизельного ДВЗ є, як правило, зміна кількості палива, що подається в циліндр. Це може бути досягнуто за допомогою регулятора дозування палива, який контролює час і тривалість впорскування палива у циліндри. Зменшення кількості палива знижує потужність двигуна, а збільшення підвищує його.

Деякі дизельні двигуни мають систему турбонаддуву, яка забезпечує збільшену подачу повітря до циліндрів для збільшення потужності. Регулюючи роботу турбонаддуву, можна контролювати кількість повітря, яке подається до двигуна й відповідно його потужність.

Дизельні двигуни можуть мати механізми для регулювання швидкості обертання колінчастого вала. Це може бути досягнуто за допомогою регулятора, який контролює подачу повітря або палива до двигуна, щоб змінювати його оберти.

Дизельні двигуни останнього покоління зазвичай використовують системи електронного управління, які забезпечують більш точний і ефективний контроль потужності. Ці системи використовують датчики для збору даних про параметри двигуна і комп'ютер для аналізу цих даних та прийняття рішень щодо регулювання потужності.

На рисунку 4.1 представлена класифікація способів регулювання потужності ДВЗ, [3].



Рисунку 3.7 – Основні способи регулювання потужності ДВЗ

Із усіх вище перелічених способів найбільшого розповсюдження набув метод зміни «кількості робочих циліндрів», тобто відключення окремих циліндрів і зміни тактності двигуна. Також ефективним є відключення окремих робочих циклів ДВЗ. Суть методу полягає у тому, що коли навантаження зменшується, паливо перестає подаватися в циліндри двигуна і деякі робочі цикли відключаються, щоб забезпечити потрібну потужність. Регулювання потужності шляхом відключення окремих робочих циклів має декілька переваг порівняно з методами відключення циліндрів або зміни тактності [2], [3].

Цей метод дозволяє забезпечити значну кількість відключених циклів, що дозволяє працювати двигуну з низьким рівнем регулювання без використання проміжного регулювання у дизельних двигунах.

Використання методу регулювання потужності шляхом відключення робочих циклів дозволяє програмно контролювати потужність двигуна з нерівномірними ступенями змін, які відповідають найбільш поширеним режимам експлуатації двигуна.

Таку технологію регулювання потужності запропонували розробники Атаманенко М. Є., Філіппов А.З., Топчій С. І. Згідно схеми, регулювання потужності шляхом відключення окремих (і особливо груп) циклів, змінюється температурний режим відключених циліндрів, оскільки вони залишаються вимкненими на тривалий період часу. Використовуючи метод регулювання потужності шляхом відключення робочих циклів, можна створювати попуски паливоподачі палива таким чином, щоб вони відбувалися у різних циліндрах. Таким чином, кожен циліндр буде вимкнений на невеликий проміжок часу, і різниці в температурному режимі не буде помітно.

Існуючі методи відключення циліндрів і особливо зміни тактності вимагають значних змін у конструкції двигуна, що ускладнює їх впровадження. Метод регулювання потужності шляхом відключення окремих робочих циклів не потребує суттєвих змін у конструкції дизельного двигуна і дозволяє відносно просто регулювати подачу палива до циліндрів шляхом використання зворотних електромагнітних клапанів, розташованих у високотискових лініях між нагнітальними клапанами і форсунками.

Технологія передбачає використання заводської паливної системи, а саме: паливного бака, фільтрів, ПНВТ, паливопроводів високого та низького тиску, розроблених перепускних електромагнітних клапанів 16, які додатково встановлюються на корпусів паливного насоса, для кожної окремої секції та датчиків 17, 18, 19, 20 (рис. 3.8) [24].

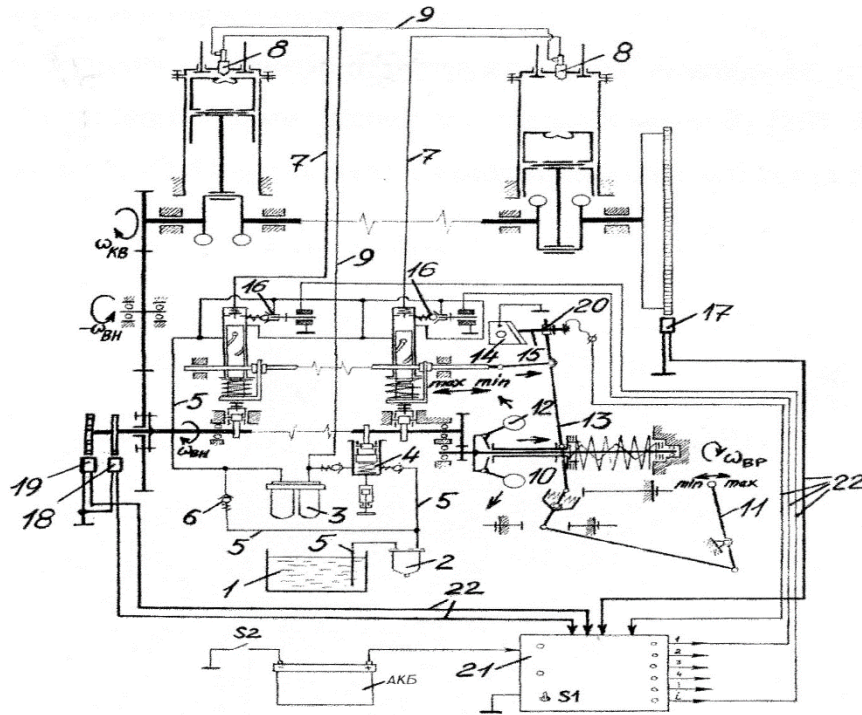


Рисунок 3.8 - Принципова схема системи регулювання потужності дизеля

Кожна із секцій перепускного клапана містить втулку 24, плунжер 25 перепускний канал 31 та перепускний клапаном 6. У корпусі міститься електропривід 38 з штоком 40, рухомим штоком 41, пружиною зворотного ходу 42 й обмоткою електромагнітної котушки 43.

Загальне керування електроприводами перепускних клапанів відбувається за допомогою ЕБУ 21, тоді як відключення робочих циклів відбувається безпосередньо перепускними клапанами, робочий хід здійснюється електроприводами [2].

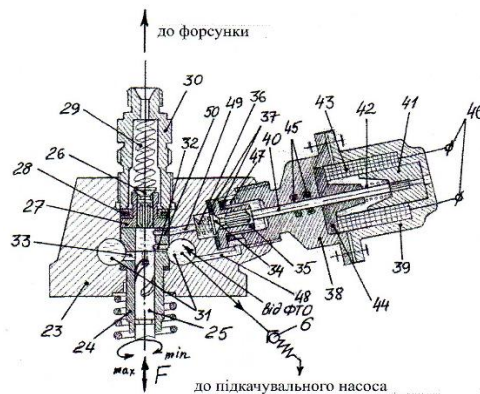


Рисунок 3.9 - Схема перепускного клапана регулювання потужності дизеля [2]

У кожній секції перепускного клапана міститься П-подібний канал, з якого дизельне паливо через випускний отвір 33 може подаватись до зливного паливопроводу низького тиску. Активація режиму відключення робочих циклів здійснюється за ЕБУ 21, структурна схема якого представлена на рисунку 3.10.

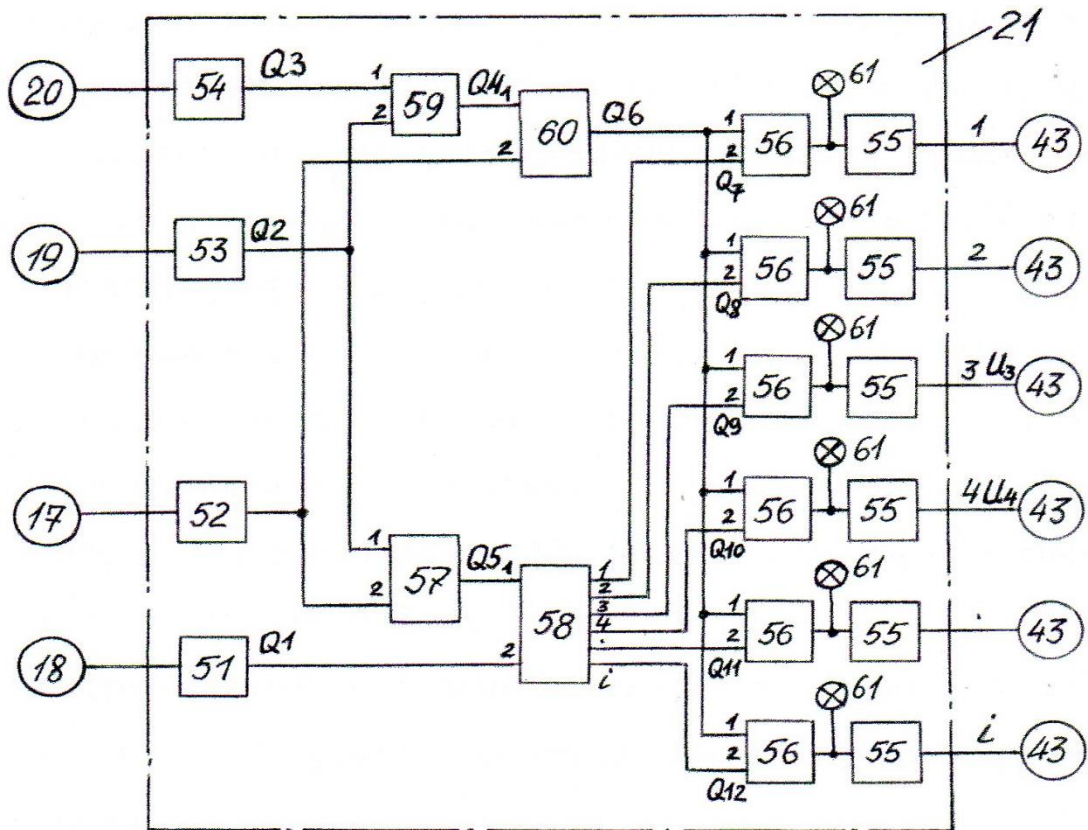


Рисунок 3.10 – Структурна ЕБУ відключення робочих циклів дизеля

До складу блока ЕБУ входять підсилювачі сигналів 51...53 та від датчиків 17, 18, 19 та 20, підсилювача сигналу 55, а також транзисторного логічного елемента 59.

Використовуючи попередню елементну базу нами було сформовано систему регулювання потужності для дизельного двигуна ЯМЗ-238ДЕ2. Дане рішення аргументовано тим, що даний двигун має підвищене споживання палива (39...48 л/100 км). Тоді як сучасні двигуни аналогічної потужності приблизно (25...29 л/100 км). Режим холостого ходу двигуна ЯМЗ-238ДЕ2 супроводжується підвищеним споживанням палива, що обумовлено регуляторною характеристикою ПНВТ та цикловою подачею палива. Для

цього було розроблено та адаптовано перепускний клапан для рядного секційного насоса плунжерного типу (рис. 3.11).

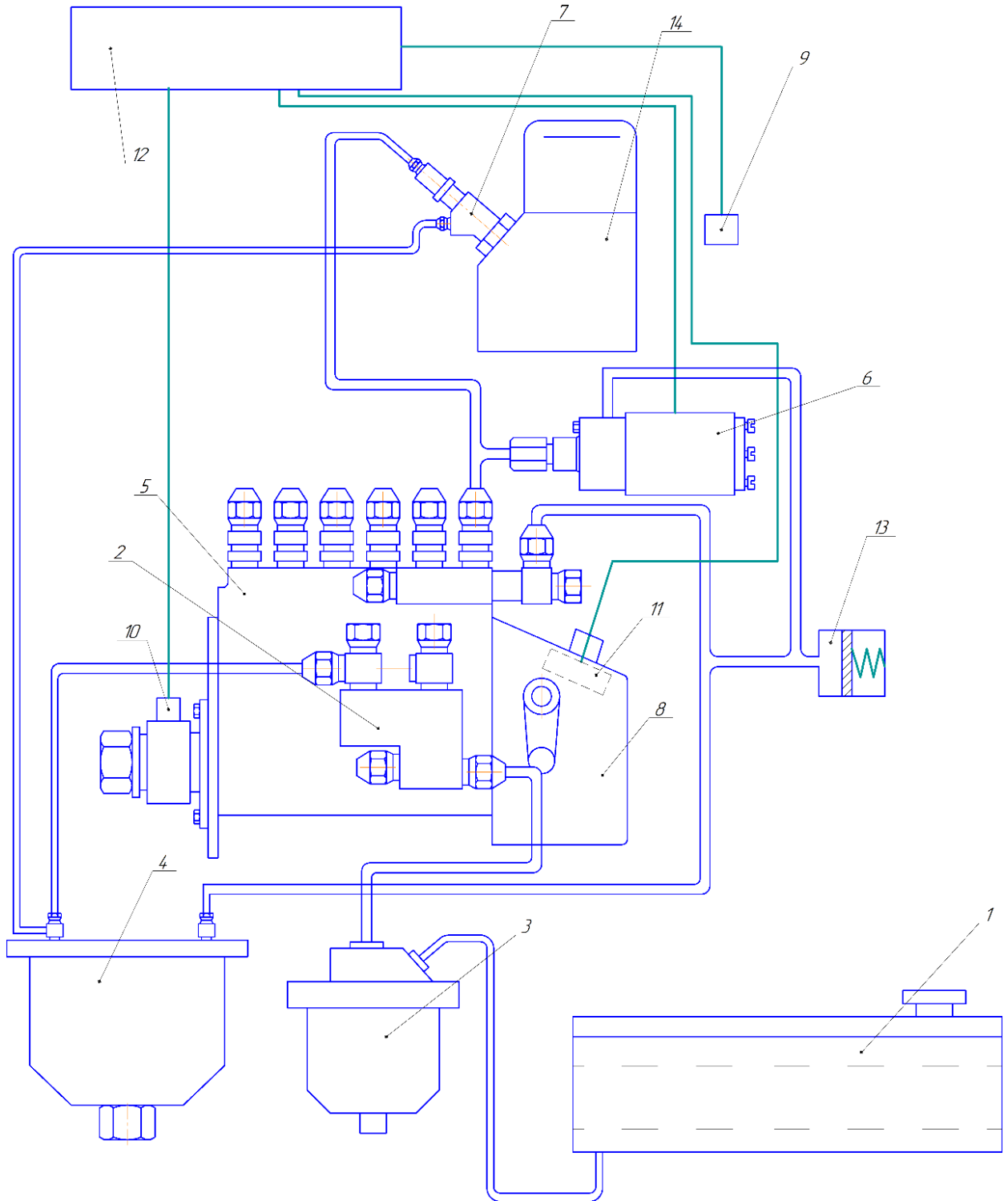


Рисунок 3.11 - Принципова схема системи паливоподачі дизеля ЯМЗ-238-2ДЕ

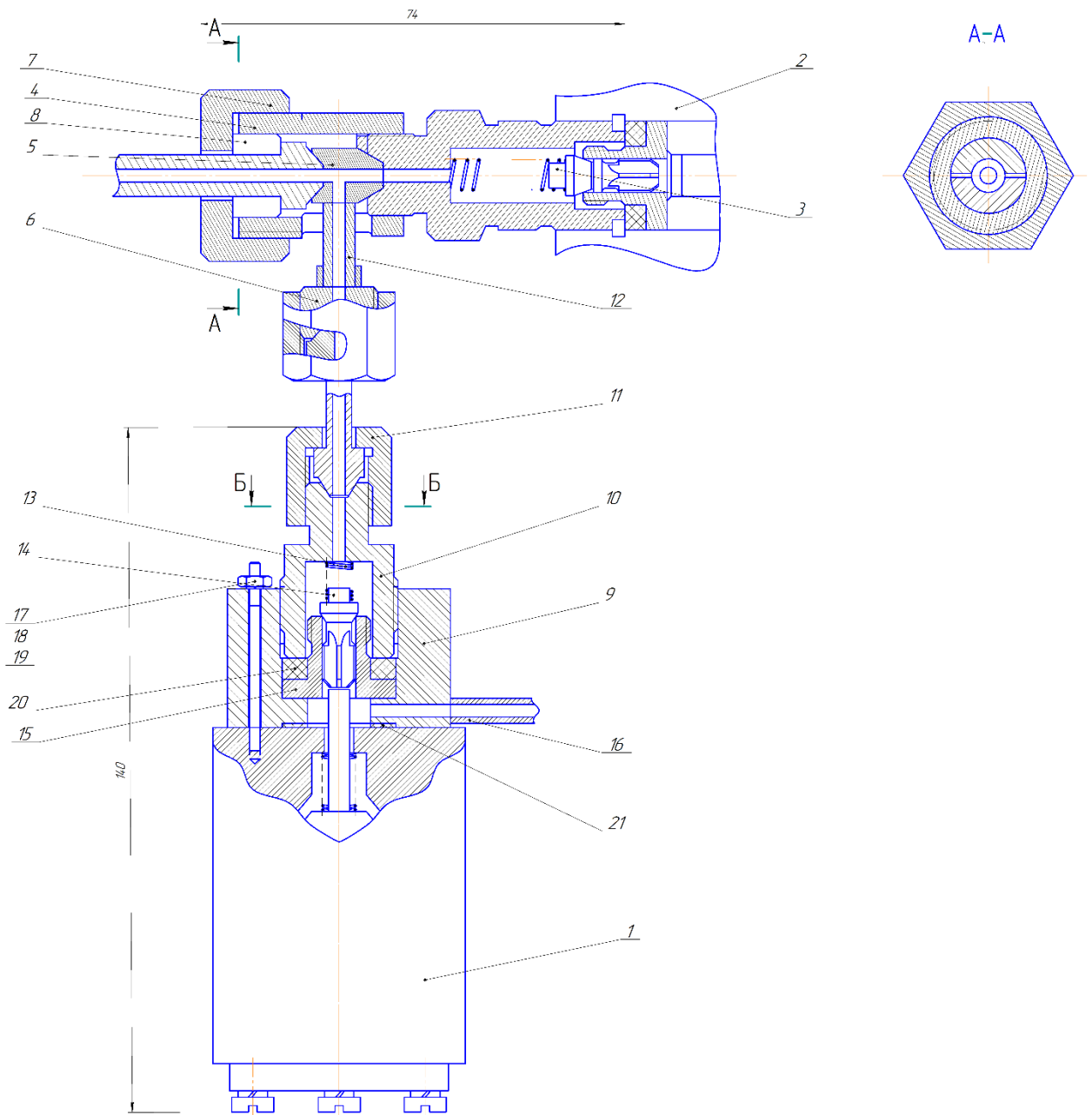


Рисунок 3.12 - Принципова схема клапана регулювання потужності дизеля ЯМЗ-238-2ДЕ

У запропонованій електронній системі регулювання паливонадачі передбачено пропуски робочого циклу відповідного циліндра, що забезпечує збільшення продувочних ходів та ефективніше очищає циліндри від залишкових газів. Відключення робочих циклів відбувається по чергово, що забезпечує сталий температурний режим двигуна без перекосу значень по циліндрах. Скорочення споживання палива відбувається на холостих ходах двигуна та є більш ефективною на шести- восьми циліндрових агрегатах [2].

Висновки за розділом

1. У розділі проведено аналіз систем паливоподачі дизельних двигунів, наведено конструктивні особливості її елементів. Проаналізовано основні несправності та шляхи їх усунення. Наведено обладнання, алгоритми ремонту і налаштування паливної апаратури двигуна ЯМЗ-238-ДЕ2.

Використання методу регулювання потужності шляхом відключення робочих циклів дозволяє програмно контролювати потужність двигуна з нерівномірними ступенями змін, які відповідають найбільш поширеним режимам експлуатації двигуна.

2. Для зниження споживання палива на холостих режимах запропоновано використовувати технологію регулювання потужності шляхом відключення окремих робочих. Згідно технології кожен циліндр буде вимкнений на невеликий проміжок часу і різниці в температурному режимі не буде помітно.

3. Запропоновано та адаптовано перепускний клапан паливоподачі двигуна ЯМЗ-238-ДЕ2. Підібрано його параметри, компоновання та місце встановлення.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Організація охорони праці

Згідно з законом України «Про охорону праці» і кодексом законів про працю (КзНП), забезпечення здорових і безпечних умов праці для всіх працівників покладається на адміністрацію підприємства – директора, його заступників, головних спеціалістів, керівників, структурних підрозділів.

Адміністрація підприємства повинна суворо дотримуватись встановлених правил і норм з охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії, добиватись неухильного виконання всіма працівниками вказаних вимог [7], [22].

З метою забезпечення усього і всіма працівниками регулярно (не рідше 1 разу на місяць) проводиться інструктаж на робочому місці. В обов'язковому порядку вказаний інструктаж проводиться при нещасних випадках на виробництві, а також керівниками підрозділу.

Важливе місце в навчанні і пропаганді охорони праці займає наочна агітація (стенди, плакати, планшети тощо).

Фінансування запланованих заходів з охорони праці здійснюється з розрахунку 2-3% від фонду заробітної плати робітників.

Контроль за станом охорони праці здійснюється трьохступінчасто бригадир – майстер – начальник підрозділу.

Особи, винні в порушеннях заходів з охорони праці несуть відповідальність у встановленому порядку [7], [22].

4.2 Техніка безпеки під час ТО та ремонту автомобілів

Технічне обслуговування й ремонт автомобілів необхідно виконувати відповідно до діючого Положення про технічний, обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту, Правилами технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту за ДСТУ 2489-94 є:

Технічне обслуговування й ремонт виконується у спеціально відведених місцях (постах), оснащених необхідними пристроями, приборами й пристосуваннями, інвентарем (відповідно до табеля технологічного устаткування й спеціалізованого інструмента).

Пости технічного обслуговування й ремонту повинні розташовуватися так, щоб відстань між автомобілями, а також автомобілями та конструкціями будинку було не менш регламентованих.

Автомобілі, що направляються на пости технічного обслуговування або ремонту, повинні бути вимиті, очищені від бруду й снігу.

При постановці автомобіля на пост технічного обслуговування або ремонту необхідно вивішувати на кермове колесо табличку з написом «Двигун не запускати - працюють люди!».

При обслуговуванні автомобіля на підйомнику (гідравлічному, електромеханічному) на механізмі або пульті керування підйомником повинна бути вивішена табличка з написом «Не чіпати - під автомобілем працюють люди!».

У робочому (піднятому) положенні плунжер підйомника повинен надійно фіксуватися упором (штангою), що гарантує неможливість мимовільного опускання підйомника.

У приміщеннях технічного обслуговування з потоковим рухом автомобілів обов'язковий пристрій сигналізації (світловий, звуковий), вчасно попереджуючої працівників на лінії обслуговування (в оглядових канавах, на естакадах і т.д.) про момент початку руху автомобіля з поста на пост.

Переміщення рухомого складу з поста на пост дозволяється тільки після включення сигналу (звукового, світлового). Пости повинні мати сигнали аварійної зупинки.

Після установки автомобіля на пост технічного обслуговування або ремонту автомобіль варто загальмувати ручним гальмом, включити нижчу передачу, виключити запалювання (подачу палива), а під колеса підкласти упори не менш двох.

При роботах, пов'язаних із обертанням колінчатого й карданного валів, необхідно додатково перевірити вимикання запалювання, подачу палива (для дизельних автомобілів), поставити важіль перемикачів передач у нейтральне положення, звільнити важіль ручного гальма. Після виконання необхідних робіт варто затягти ручне гальмо й знову включити нижчу передачу.

Робітники, що роблять обслуговування й ремонт автомобілів, повинні забезпечуватися відповідними справними інструментами й пристосуваннями.

Працівники, що виконують ремонт автомобілів поза оглядовою канавою, естакади або підйомника, повинні забезпечуватися лежачками.

Працювати без лежаків на підлозі (землі) забороняється.

Забороняється:

- виконувати які-небудь роботи на автомобілі (причепі), вивішеної тільки на одних піднімальних механізмах (домкратах, телях і т.д.). При виконанні робіт, зв'язаних зі зняттям коліс, потрібно поставити під вивішений автомобіль (причіп) козелки, а під не зняті колеса - упори;
- підкладати під вивішений автомобіль (причіп) замість козелків диски коліс, цегли та інші предмети;
- знімати й ставити ресори на автомобілях (причепях) всіх конструкцій і типів без попереднього їхнього розвантаження від маси кузова шляхом вивішування кузова з установкою козелків під нього або раму автомобіля;
- проводити технічне обслуговування й ремонт автомобіля при працюючому двигуні, за винятком регулювання системи живлення й електроустаткування двигуна й випробування гальм;
- піднімати (вивішувати) автомобіль за буксирні гаки;
- піднімати (навіть короткочасно) вантажі вагою більшим, ніж це зазначено на таблиці даного піднімального механізму;
- знімати, установлювати й транспортувати агрегати при зчалюванні їх тросом і канатами без спеціальних захватів.
- ремонт або заміна піднімального механізму кузова автомобіля-самоскида повинні виконуватися після установки під піднятий кузов

спеціального додаткового упору, що виключає можливість падіння або мимовільного опускання кузова.

Забороняється:

- працювати під піднятим кузовом автомобіля-самоскида без упору;
- використати випадкові підставки й підкладки замість спеціального додаткового упору;
- працювати з ушкодженими або неправильно встановленими упорами;
- ставити піднятий навантажений кузов на упори.

При ремонті й обслуговуванні автобусів і вантажних автомобілів з високими кузовами робітники повинні бути забезпечені сходами і драбинами з щаблями шириною не менш 15 см. Застосовувати приставні сходи не дозволяється.

4.3 Вимоги техніки безпеки до інструментів, пристроїв і основному технологічному устаткуванню

Для підвищення безпеки праці необхідно забезпечити безпеку виробничого встаткування й технологічних процесів. Для цього наявний інструмент, технологічне встаткування повинні відповідати вимогам стандартів системи безпеки праці, норм і правил по охороні праці й санітарних норм. З метою забезпечення електробезпечності все технологічне встаткування з електроприводом повинне бути надійно заземлено. Опір заземлення повинен бути не більше 4 Ом. Перевірка опору заземлення й ізоляції виконується один раз на рік [7], [22].

При роботі на асфальтобетонній підлозі біля верстата, для попередження простудних захворювань і захисту від ураження електричним струмом на підлозі розташовують дерев'яний щит. Відстані між верстатами приймають залежно від габаритних розмірів і схеми розташування відповідно до ОНТ-01-86. Установлювати верстати впритул до стін можна лише в тому випадку, якщо там не розміщуються радіатори опалення, трубопроводи та інше встаткування.

Стільці повинні бути регульованими по висоті і бажано з регульованими спинками. Верстати для виконання розбірно-складальних робіт підганяють по росту робітника за допомогою підставок під верстат або підставок під ноги. Робочу поверхню верстата покривають листовим металом або лінолеумом, залежно від видів виконуваних робіт.

Ручний інструмент повинен бути в справному стані, чистим і сухим. Його вибракування, як і вибракування пристосувань, повинно виконуватись не рідше одного разу на місяць. Інструмент повинен бути надійно насаджений на рукоятку й розклинений клинами з м'якої сталі. Вісь рукоятки повинна бути перпендикулярна поздовжньої осі інструмента. Довжину рукоятки вибирають залежно від маси інструмента: для молотка 300 - 400 мм; для кувалди 450 - 500 мм. Рукоятки ножівок, напилків, викруток, шаберів повинні бути стягнуті бандажними кільцями.

4.4 Заходи техніки безпеки під час проведення ТО та діагностування системи живлення в проектованому підрозділі

При виконанні налагоджувальних робіт системи живлення необхідно знати основні причини виникнення пожеж. Тому основними причинами через які стаються пожежі на ремонтно-діагностичних дільницях являється :

- паління в приміщенні та необережне поводження в вогнем поблизу легкозаймистих матеріалів;
- незадовільний стан електричних пристроїв та порушення умов їх експлуатації;
- порушення ізоляції електричних приборів, стендів та електромереж;
- порушення режимів роботи при виконанні технологічних операцій;
- несправність опалювальної системи та умов її експлуатації;
- порушення виконання правил нормативно-технічної документації та правил з питань пожежної безпеки.

Пожежі на виробництві спричинені необережним поводженням з вогнем є дуже частим явищем. Під цим, як правило, розуміють паління в недозволених

місцях та виконання так званих вогневих робіт. Вогневими роботами вважають виробничі операції, пов'язані з використанням відкритого вогню, іскроутворенням та нагрівом деталей, устаткування, конструкцій до температур, що здатні викликати займання горючих речовин і матеріалів, парів легкозаймистих рідин (бензину, розчинників).

Якщо брати до уваги систему живлення і перелік обладнання, який використовується для проведення робіт по ТО та діагностуванні системи живлення, то слід дотримуватись цих правил, адже ми маємо справу з вузлами і системами, що пов'язані паливно-мастильними матеріалами. Відповідальність за заходи пожежної безпеки при проведенні даних робіт покладається на керівників дільниць, цехів, підприємств.

4.5 Розрахунок освітлення

Для освітлення робочих місць проектованої дільниці застосовуються природне і штучне освітлення.

Природне і штучне освітлення визначається розрядами і під розрядами зорових робіт, що виконуються на робочих місцях (зовнішній вигляд виробів, точність обробки, розмір і контраст об'єкта розрізнення, застосований вимірювальний інструмент і прилади, характеристика фону).

Для проектованої дільниці приймаємо розряд IV а зорових робіт [9].

Розрахунок штучного освітлення

Загальне освітлення розраховують в основному за методом коефіцієнта світлового потоку:

$$F = E \cdot F_n \cdot k \cdot Z / (\eta \cdot n \cdot 10) , \quad (4.1)$$

де E - норма освітлення, лк. Для дільниці $E=300$ лк [9];

F_n - площа приміщення, м²; $F_n = 72$ м²;

k - коефіцієнт запасу, $k=1,3\dots1,5$ (менші значення для ламп розжарювання, більші – для газорозрядних ламп);

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення; $Z = 1,1 \dots 1,5$; [22];

η - коефіцієнт використання освітлювальної установки;

n - кількість ламп.

Для визначення коефіцієнта η розраховують індекс приміщення:

$$i = a \cdot b / [H_c (a + b)], \quad (4.2)$$

де a та b - довжина та ширина приміщення на кресленні, м;

H_c – висота розташування світильника над освітлювальною поверхнею,

м.

Висота розташування світильника менша або дорівнює висоті приміщення $H_c = 4,2\text{м}$ (п.2.10)

$$i = 8 \cdot 9 / 4.2(8 + 9) = 1.0$$

При однаковому коефіцієнті відображення стелі і стін, що дорівнює 0,7, коефіцієнт η залежно від i має такі значення:

Таблиця 4.1 - Індекс освітленості виробничих приміщень

Індекс приміщення i	0,5	1	2	3	4	5
Коефіцієнт використання η	0,22	0,37	0,48	0,54	0,59	0,61

Приймаємо $\eta = 0,37$

Мета розрахунків – визначити потрібну кількість ламп за формулою:

$$n = E \cdot F_n \cdot k \cdot z / (F \cdot \eta \cdot 10), \quad (4.3)$$

де F - світловий потік створений однією лампою [9].

Приймаємо люмінесцентну лампу [9] ЛБЦ-40, в якій $F = 2100\text{лм}$.

$$n = 300 \cdot 72 \cdot 1,5 \cdot 1,5 / 2100 \cdot 0,37 \cdot 10 = 6,24 \approx 6$$

Приймаємо $n = 6$ ламп.

Розрахунок природного освітлення

Результатом розрахунку природного освітлення є визначення площ світлових прорізів бокового чи верхнього освітлення.

У проекті визначається площа світлових прорізів при боковому освітленні:

$$S_o = F_n \cdot e_n \cdot k_z \cdot \eta_o \cdot k_{\text{од}} / (100 \cdot \tau_o \cdot r_1), \quad (4.4)$$

де F_n - площа підлоги приміщення, м²;

k_z - коефіцієнт запасу ; $k_z = 1,4 \dots 1,5$ (менше значення для приміщень з меншою запиленістю);

η_o - світлова характеристика вікон [23];

$k_{\text{од}}$ - коефіцієнт урахування затінення будинками, що навпроти [23];

τ - загальний коефіцієнт; $\tau_o = 0,63$; [23];

r_1 - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні; $r_1 = 1,05 \dots 1,3$ [23];

e_n - нормоване значення коефіцієнта природної освітленості; вибирається, виходячи з розряду зорової роботи IV а і боковому освітлені і має такі значення [23];

В нашому випадку $e_n = 0,9$

$$S_o = 72 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 15 \cdot 1,0 / (100 \cdot 0,63 \cdot 1,3) = 16,6 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри вікон $b \times h = 2 \times 2$;

Визначаємо площу вікна $F_e = 2 \cdot 2 = 4 \text{ м}^2$;

Визначаємо кількість вікон $m = 18,3 / 4 = 4,57$.

Приймаємо 5 вікон.

У дільниці фактично 6 вікон, тому природне освітлення достатнє.

Висновки за розділом

1. У даному розділі розроблено заходи щодо безпеки праці та безпечних умов виробництва на дільниці з ремонту паливної апаратури. Визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що виникають під час проведення ремонтних робіт, наведено заходи щодо покращення стану охорони праці на підприємстві.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Економічне обґрунтування переоснащення дільниці ремонту паливної апаратури

Для обґрунтування економічної ефективності спочатку сумують усі статті загальних виробничих витрат. Кошторис витрат на калькуляцію собівартості робіт в межах дільниці подаємо в таблиці 5.1 [9], [18].

Таблиця 5.1 - Кошторис витрат та калькуляція собівартості робіт

№ п/п	Назва статті витрат	Сума, грн	Собівартість, грн/1 люд.-год	Питома вага, %
1	Зарплата з нарахуваннями	205554,34	25,16	13,8
2	Матеріальні витрати	878045	112	61,4
3	Амортизація основних фондів	428458,8	14,54	8,0
4	Силова електроенергія	69271,86	13,19	7,2
5	Накладні витрати	158940	17,58	9,6
Разом		1740270	182,4	100

5.2 Визначення фондоозброєності працівників

Фондоозброєність – це відношення середньої вартості обладнання до середньооблікової чисельності працівників:

$$\Phi = \frac{B_{обл}}{Ч_{п.п}}, \text{ грн./чол} \quad (5.1)$$

$$\Phi = \frac{96780 + 8470 + 8190}{2} = 56720 \text{ грн/чол.}$$

Визначаємо продуктивність праці ремонтних робітників за трудовим методом по формулі:

$$ППП = \frac{T_{від}}{P_{ш}}, \text{ год/робітника} \quad (5.2)$$

$$ППП = \frac{3718}{2} = 1859 \text{ люд.} - \text{ год} / \text{робітника}$$

Визначаємо коефіцієнт виконання норми виробітку:

$$K_{в.н.} = \frac{T_{від.}}{\Phi_{р.ч.}}, \quad (5.3)$$

$$K_{в.н.} = \frac{1859}{1800} = 1,03$$

Визначаємо зниження собівартості виконуваних робіт пов'язані із удосконаленням виробничо-технічної бази:

$$П_{соб} = \left(\frac{C_1}{C_2} - 1 \right) \cdot 100\%. \quad (5.4)$$

де C_1 – собівартість виконуваних робіт до удосконаленням виробничо-технічної бази. Приймаємо за даними підприємства $C_1 = 197$ грн/1 люд.-год;

$$П_{соб..} = \left(\frac{197}{182,4} - 1 \right) \cdot 100\% = 8\%$$

5.3 Визначення річної економії на експлуатаційних витратах від зниження собівартості обслуговування

Визначаємо річну економію на експлуатаційних витратах від зниження собівартості обслуговування:

$$E_{рiч.} = (C_1 - C_2) \cdot T_{від}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

$$E_{рiч.} = (197 - 182,4) \cdot 3718 = 54283 \text{ грн.}$$

Визначаємо річний економічний ефект від вдосконалення виробничо-технічної бази:

$$E_{р.еф} = E_{рiч.} - E_n \cdot K, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень. Приймаємо $E_n = 0,16$.

K – сума капітальних вкладень в удосконалення виробничо-технічної бази. Згідно розрахунків $K = 111744,6$ грн., тоді:

$$E_{p.эф.} = 111744,6 - 0,16 \cdot 86392 = 40460 \text{ грн.}$$

5.4 Розрахунок строку окупності капітальних вкладень

Визначаємо строк окупності капітальних вкладень [9], [18]:

$$T_k = \frac{K}{E_{p.эф.}}; \quad (5.7)$$

$$T_k = \frac{111744,6}{36403,86} = 3,1 \text{ рік.}$$

Визначаємо фактичний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень:

$$E = \frac{E_{p.эф.}}{K}, \quad (5.8)$$

$$E = \frac{36403,86}{111744,6} = 0,32.$$

Таблиця 5.2 – Техніко-економічні показники проекту

№ п/п	Показники	Одиниці вимірювання	Значення показника
1	Трудомісткість робіт виробничого підрозділу	люд.-год	1806,6
2	Число виробничих робітників підрозділу	чол	2
3	Загальна площа ділянки	м ²	72
4	Загальна сума капітальних вкладень	грн	111744,6
5	Загальний фонд заробітної плати підрозділу	грн	205554,34
6	Середньомісячна заробітна плата робітників	грн	7020,30
7	Фондоозброєність ремонтних робітників	грн/роб	56720

8	Продуктивність праці ремонтних робітників	люд.-год/роб	1859
9	Коефіцієнт виконання норм виробітку	грн/люд.-год	1,03
10	Собівартість виконуваних робіт	%	182,4
11	Рівень зниження собівартості робіт	грн	8
12	Загальна сума витрат	грн	1740270
13	Річна економія від зниження собівартості	грн	54283
14	Річний економічний ефект		36403,86
15	Термін окупності капітальних вкладень	роки	3,1
16	Коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень		0,32

Висновки за розділом

1. У розділі наведено результати розрахунків економічного обґрунтування переоснащення ділянки паливної апаратури. Під час виконання проекту переоснащення річна економія від зниження собівартості 54283 грн, річний економічний ефект - 36403,86 грн.; термін окупності капітальних вкладень -3.1 роки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У комерційних автомобілях використовуються дизельні двигуни, з подальшою перспективою їх виробництва аж до пошуку оптимальної альтернативи для заміни. Дизельні системи є ефективними в плані потужності й ККД, а також вартості палива. Системи паливоподачі є досить складними й різняться принципом їх реалізації. Механічні системи володіють рядом недоліків, такими як знижена потужність, висока витрата палива, повільне регулювання паливоподачі порівняно з системами CommonRail.

2. Розраховано виробничу програму для СТО з врахуванням наявних робіт з ТО та ремонту, а також перспективних робіт для проекрованої ділянки. Встановлено, що загальна трудомісткість робіт становить 37636,92 люд-год, тоді як для проекрованої ділянки – 1806 люд-год. Площа проекрованої ділянки становить 72 м², кількість працівників на ділянці обслуговування паливної апаратури – 2 працівника.

3. Проведено аналіз систем паливоподачі дизельних двигунів, наведено конструктивні особливості її елементів. Проаналізовано основні несправності та шляхи їх усунення. Наведено обладнання, алгоритми ремонту і налаштування паливної апаратури двигуна ЯМЗ-238-ДЕ2. Запропоновано метод регулювання потужності шляхом відключення робочих циклів дозволяє програмно контролювати потужність двигуна з нерівномірними ступенями змін, які відповідають найбільш поширеним режимам експлуатації двигуна.

4. Для зниження споживання палива на холостих режимах запропоновано використовувати технологію регулювання потужності шляхом відключення окремих робочих циклів. Запропоновано та адаптовано перепускний клапан паливоподачі двигуна, підібрано його параметри, компонування та місце встановлення.

5. З врахуванням вартості переоснащення ділянки річна економія від зниження собівартості 54283 грн, річний економічний ефект - 36403,86 грн.; термін окупності капітальних вкладень -3,1 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Diesel Engine Management: Systems and Components / Konrad Reif. 2014. 370 p., DOI:10.1007/978-3-658-03981-3, ISBN: 978-3-658-03980-6.
2. Patent USA № 4411229. Cylinder deactivation device / N.A. Curtis, J.E. Karner. 1982.
3. Patent USA № 4492191. Fuel cut-off device for fuel injection pumps for multi-cylinder internal combustion engines / Aouki Fujio, Isoburo Hiroshi (Diesel Kikico.). 1985.
4. Zablotsky Yu. V. Maintaining Boundary and Hydrodynamic Lubrication Modes in Operating High-pressure Fuel Injection Pumps of Marine Diesel Engines / Yu. V. Zablotsky, S. V. Sagin // Indian Journal of Science and Technology, Published by Indian Society of Education and Environment, May 2016. Vol. 9. Iss. 20. P. 208-216. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i20/94490.
5. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. Київ: Арістей, 2004. 476 с
6. Анісімов В. Ф. Шляхи і методи підвищення довговічності і надійності роботи паливної апаратури автотракторних двигунів / Анісімов В. Ф., Музичук В. І., П'ясецький А. А., Рябошапка В. Б. Вінниця: ВНАУ, 2012. 142 с.
7. Безпека життєдіяльності [Текст] : підруч. для студ. с.-г. вузів / І. П. Пістун [та ін.]. – Львів : Світ, 1995. 288 с
8. Білявський Г.О. Основи екології : підручник для студ. вищих навч. закладів / Г. О. Білявський та ін. Київ: Либідь, 2004. 408 с..
9. Боярко І. М. Інвестиційний аналіз: [навч. посіб.] / І. М Боярко, Л. Л. Гриценко. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 400 с.
10. Єрмолова Л.С. Ремонт дизельних двигунів: довідник / Л.С. Єрмолова. Київ. Урожай, - 1991. 402 с
11. Жидецький П.Б. Основи охорони праці. [Текст]: Підручник. Львів : Афіша, 2002. 370 с.

12. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті. Підручник. Київ: вища шк., 1997. 359 с.
13. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник у 2 ч., 4 кн. – К.: Вища школа, 2000. Ч. 1: кн. 1. 609 с., кн.2. 458 с.; Ч.2: кн.3. 321 с.; кн. 4. 552 с.
14. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. К.: Знання-Прес, 2003. 512 с.
15. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. – К.: Знання-Прес, 2004. 478 с.
16. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. Львів: Львівська політехніка, 2004. 168 с.
17. Міляєв Ю. П. Основи надійності технічних систем: навч. посіб. / Ю. П. Міляєв, О. М. Нечипоренко. Київ: Видавн.-полігр. центр Акад. муніцип. управління, 2008. 246 с.
18. Основи економіки транспорту : підручник / Щелкунов В. І., Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загорулько В. М. [та ін.]. Київ: Кондор, 2011. 392 с.
19. Пат. 143315 Україна, МПК F02D 41/32, F02M 63/02. Система відключення паливоподачі за допомогою електромагнітних клапанів / Молодан А.О., Полянський О.С., Подригало М.А., Дубінін Є.О., Клец Д.М., Потапов М.М., Абрамов Д.В.; заявник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. № и 2020 00007; заявл. 02.01.2020; опубл. 27.07.2020, Бюл. № 14.
20. Строков О.П. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів: Підручник / О.П. Строков Київ: Грамота, 2005. 350 с.
21. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: Навч. посіб. / За ред. проф. С.І. Андрусенка. Київ: Каравела, 2009 368 с.
22. Ткачук К. Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник по охороні праці на промисловому підприємстві. Київ: Техніка, 1991. 192 с.

23. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови : навч. посіб. Ю. Ф. Гутаревич та ін. Київ: НТУ, 2015. 244 с.

24. Хімченко А.В., Мішин Д.Г., Бузов А.В. Зниження нерівномірності крутного моменту двигуна з відключенням циліндрів на режимах часткового навантаження. *Двигатели внутреннего сгорания*. 2013. № 1. С. 46-51.